UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO - CAMPUS SUR

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

MENCIÓN SISTEMAS INDUSTRIALES / TELECOMUNICACIONES

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA TARJETA DE DESARROLLO UTILIZANDO EL MÓDULO MINI2440 BASADO EN UN MICRO CONTROLADOR ARM9 PARA EL LABORATORIO EN LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

LUIS ANDRÉS SAMPEDRO HERRERA

SANTIAGO GERARDO YÁNEZ SÁNCHEZ

DIRECTOR ING. JOSÉ LUIS AGUAYO

Quito, Enero 2012

DECLARACIÓN

Nosotros, Luis Andrés Sampedro Herrera, Santiago Gerardo Yánez Sánchez, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; y, que hemos consultado las referencia bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

_____	_____
Luis Andrés Sampedro Herrera	Santiago Gerardo Yánez Sánchez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Andrés Sampedro Herrera y Santiago Gerardo Yánez Sánchez bajo mi dirección.

_____

Ing. José Luis Aguayo Morales

Director de Tesis

DEDICATORIA

El presente proyecto es fruto del esfuerzo y la dedicación no solo mía sino de mis padres que me dieron el empuje y la fuerza para seguir adelante, es por eso que los dedico.

Luis Andrés Sampedro Herrera

La concepción de este proyecto está dedicada primeramente a Dios y a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres ya que sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Santiago Gerardo Yánez Sánchez

AGRADECIMIENTO

Al finalizar la presente tesis agradecemos a Dios por bendecirnos y brindarnos la oportunidad de llegar a culminar esta etapa tan importante dentro de nuestra vida estudiantil.

Consideramos necesario agradecer de manera expresa al Director de tesis Ing. José Luis Aguayo Morales al haber aportado con sus conocimientos, y habernos servido de guía en la elaboración este proyecto sin dejar de lado su apoyo moral, su tiempo de dedicación y paciencia para su finalización de manera exitosa.

A todos los docentes que conforman la carrera de Ingeniería Electrónica, por haber compartido con nosotros todos sus conocimientos, quienes a través de su esfuerzo y tesón supieron implantar en nosotros el amor y las ganas de superación dentro de nuestra profesión.

Por último a nuestra alma mater, nuestra querida universidad, ya que es en sus aulas donde han quedado plasmadas todas nuestras experiencias como estudiantes, las mismas que serán de gran utilidad en nuestras vidas de ahora en adelante.

Luis Andrés Sampedro Herrera

Santiago Gerardo Yánez Sánchez

CONTENIDO

1. CAPÍTULO 1: HIPÓTESIS Y TESIS 1
1.1. Introducción 1
1.2. Hipótesis. 1
1.3. Tesis. 1
1.4. Objetivos. 1
1.4.1. Objetivo General. 1
1.4.2. Objetivos Específicos. 1
1.5. Justificación. 2
1.6. Alcances. 2
1.7. Metodología de la investigación. 3
1.7.1. Investigación bibliográfica. 3
1.7.2. Desarrollo de hardware y software. 4
1.7.3. Construcción e implementación del módulo de entrenamiento. 4
1.7.4. Documentación. 4
1.8. Antecedentes 4
2. CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE. 6
2.1. Introducción. 6
2.2. Articulos de aplicaciones basados en el micro controlador arm9. 6
2.3. Micro controlador ARM9. 17
2.3.1. Migración a micro controladores Cortex. 20
2.4. Micro controlador Cortex-A9. 22
2.5. Aplicaciones DSP y Java. 23
2.5.1. Aplicaciones dsp. 23

2.5.2. Aplicaciones java. 24
2.6. Marco teórico. 25
2.6.1. Módulo MINI2440. 25
2.6.2. Software Qtopia. 25
2.6.3. Sistema Operativo Ubuntu. 26
2.6.4. El compilador GCC. 27
2.6.5. Lenguaje de programación C++. 27
2.6.6. BASCOM-AVR 27
2.6.7. Proteus. 28
3. CAPÍTULO 3: DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA. 29
3.1. Introducción. 29
3.2. Software. 29
3.2.1. Compilador de código ARM Linux GCC 4.4.3. 29
3.2.2. Bascom AVR. 37
3.2.3. Progisp. 44
3.2.4. Proteus. 47
3.3. Hardware. 57
3.3.1. Módulo MINI2440. 57
3.3.2. Tarjeta de expansión. 80
3.3.3. Diagramas de flujo de las prácticas propuestas en la guía. 99
4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS. 128
4.1. Introducción. 128
4.2. Análisis de resultados de manejo del módulo de entrenamiento. 128
4.3. Costos del proyecto de investigación. 133
4.3.1. Costos de materiales. 133

4.3.2. Costo de desarrollo del software. 133
4.3.3. Costo de diseño del hardware. 133
4.3.4. Mano de obra. 134
4.3.5. Costo total del proyecto. 134
4.4. Fuente de Financiamiento. 134
5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 135
5.1. Introducción. 135
5.2. Conclusiones. 135
5.3. Recomendaciones. 137
GLOSARIO. 138
COMANDOS LINUX 140
BIBLIOGRAFíA. 141
NETGRAFíA. 142
ANEXOS. 144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2-1 Estructura del hardware de adquisición de datos 7
Figura 2-2 El XBC Controlador de Robot 8
Figura 2-3 Estructura de la red doméstica IPv6 12
Figura 2-4 Diseño del hardware para el home Gateway 13
Figura 2-5 Diseño del hardware del terminal de la red domestica 13
Figura 2-6 Envio de solicitud de la Red de Información 16
Figura 2-7 Envio de Respuesta de la Red de Información 16
Figura 2-8 Recibo la respuesta de la Red de Información 16
Figura 2-9 Arquitectura del micro controlador ARM920T 17
Figura 2-10 Evolución de los micro controladores ARM 20
Figura 2-11 Módulo MINI2440 25
Figura 2-12 Software Qtopia 26
Figura 2-13 Sistema operativo Ubuntu 26
Figura 2-14 Pantalla inicial del programa Bascom-AVR 27
Figura 2-15 Pantalla inicial del programa Proteus 28
Figura 3-1 Ingreso al terminal de Ubuntu 30
Figura 3-2 Cierre de sesión de usuario 31
Figura 3-3 Ingreso de nombre para usuario root 31
Figura 3-4 Ingreso de contraseña para usuario root 32
Figura 3-5 paquete arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz 32
Figura 3-6 Extracción del paquete arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz 33
Figura 3-7 Carpeta 4.4.3 33
Figura 3-8 Nueva carpeta arm 34
Figura 3-9 Nueva ubicación de la carpeta 4.4.3 34
Figura 3-10 Instalación del compilador dentro del sistema 35
Figura 3-11 Ejecución del compilador GCC-4.4.3 36
Figura 3-12 Ventana principal de Bascom 37
Figura 3-13 Creación de un nuevo archivo 38
Figura 3-14 Editor de texto de Bascom 38

Figura 3-15 Icono guardar 38
Figura 3-16 Botón Check sintaxis 39
Figura 3-17 Botón Compile program 39
Figura 3-18 Controlador Progisp 44
Figura 3-19 Selección del micro controlador 45
Figura 3-20 Menú Low Fuse Bits 45
Figura 3-21 Menú High Fuse Bits 45
Figura 3-22 Menú Programming 46
Figura 3-23 Botón Load Flash 46
Figura 3-24 Pines de configuración de la programadora USB ATMEL 47
Figura 3-25 Icono Auto 47
Figura 3-26 Ventana principal de ISIS 48
Figura 3-27 Configuración del tamaño del área 48
Figura 3-28 Selección del formato 49
Figura 3-29 Icono Component Mode 49
Figura 3-30 Icono Pick from Libraries 49
Figura 3-31 Búsqueda y características de los elementos 50
Figura 3-32 Lista de elementos a utilizar 51
Figura 3-33 Conexión de los elementos electrónicos 51
Figura 3-34 Transferencia del archivo ISIS 52
Figura 3-35 Ventana principal de ARES 53
Figura 3-36 Creación del área de la baquelita 53
Figura 3-37 Icono 2D Graphics Box Mode 54
Figura 3-38 Área de la baquelita 54
Figura 3-39 Icono Component Mode 55
Figura 3-40 Ubicación de los elementos 55
Figura 3-41 Icono Auto Router 56
Figura 3-42 Parámetros de ruteo 56
Figura 3-43 Ruteo en ARES 57
Figura 3-44 Interfaces del módulo MINI2440 60
Figura 3-45 Esquema de los chips SDRAM (K4S561632N-LC75) 61

Figura 3-46 Modos de arranque y flash de almacenamiento 62
Figura 3-47 Fuentes de voltaje de 3.3, 1.8 y 1.25 Voltios 62
Figura 3-48 CON8 Conector para fuente de alimentación externa 63
Figura 3-49 Circuito Reset 63
Figura 3-50 Botones de usuario 64
Figura 3-51 Resistencia ajustable W1 65
Figura 3-52 Timbre para pruebas del PWM 66
Figura 3-53 Puerto RS232 y puertos TTL 66
Figura 3-54 Interfaz USB 67
Figura 3-55 Interfaz LCD 68
Figura 3-56 Chip EEPROM 68
Figura 3-57 Interfaz Ethernet 69
Figura 3-58 Interfaz de audio 69
Figura 3-59 Interfaz JTAG 70
Figura 3-60 Interfaz GPIO 70
Figura 3-61 Interfaz CMOS 72
Figura 3-62 Interfaz bus del sistema 73
Figura 3-63 Parámetros de configuración del DNW 75
Figura 3-64 Ingreso al menú del módulo MINI2440 76
Figura 3-65 Selección [d] “Download & Run” 76
Figura 3-66 Transmisión de datos por USB 77
Figura 3-67 Selección de la imagen 2440test_X35.bin 77
Figura 3-68 Pantalla calibrada 78
Figura 3-69 Representación de las 10 aplicaciones del módulo 78
Figura 3-70 Diagrama de flujo del diseño preliminar 80
Figura 3-71 Diseño de la salida PWM 82
Figura 3-72 Diseño de botones de usuario 83
Figura 3-73 Diseño de la salida de potencia 84
Figura 3-74 Diseño de la comunicación serial 85
Figura 3-75 Diseño del micro controlador atmega 48 86
Figura 3-76 Diseño de la configuración del LCD 87

Figura 3-77 Diseño completo de la tarjeta de expansión....88
Figura 3-78 Diseño del PCB de la tarjeta de expansión....89
Figura 3-79 Diagrama de bloque del módulo de entrenamiento....90
Figura 3-80 Módulo de entrenamiento....91
Figura 3-81 Cables de interconexión....93
Figura 3-82 Conexión del cable GPIO....93
Figura 3-83 Conexión del adaptador de 5VDC....93
Figura 3-84 Interruptor de la placa B....94
Figura 3-85 Interruptor de la placa A....94
Figura 3-86 Conexión del cable DB9 entre la Placa A y B....95
Figura 3-87 Conexión del cable en el puerto RS232 MINI2440....95
Figura 3-88 Jumper POT/LED....96
Figura 3-89 Borneras para la etapa de potencia....96
Figura 3-90 Conector de la programadora ATMEL....97
Figura 3-91 Botón Reset de la tarjeta de expansión....97
Figura 3-92 Botonera de la tarjeta de expansión....97
Figura 3-93 Leds de la tarjeta de expansión....98
Figura 3-94 Punto de prueba PWM....98
Figura 3-95 Potenciómetro para uso del ADC....98
Figura 3-96 Diagrama de flujo (Práctica 2)....99
Figura 3-97 Diagrama de flujo (Práctica 3)....100
Figura 3-98 Diagrama de flujo (Práctica 4)....101
Figura 3-99 Diagrama de flujo (Práctica 5)....102
Figura 3-100 Diagrama de flujo (Práctica 6)....103
Figura 3-101 Diagrama de flujo (Práctica 7)....104
Figura 3-102 Diagrama de flujo (Práctica 8)....105
Figura 3-103 Diagrama de flujo (Práctica 9)....106
Figura 3-104 Diagrama de flujo (Práctica 10)....107
Figura 3-105 Diagrama de flujo (Práctica 11)....108
Figura 3-106 Diagrama de flujo (Práctica 12)....109
Figura 3-107 Diagrama de flujo (Práctica 13)....110

Figura 3-108 Diagrama de flujo (Práctica 14).....111
Figura 3-109 Diagrama de flujo (Práctica 15).....112
Figura 3-110 Diagrama de flujo (Práctica 16).....113
Figura 3-111 Diagrama de flujo 1 (Práctica 17).....114
Figura 3-112 Diagrama de flujo 2 (Práctica 17).....115
Figura 3-113 Diagrama de flujo 1 (Práctica 18).....116
Figura 3-114 Diagrama de flujo 2 (Práctica 18).....117
Figura 3-115 Diagrama de flujo 1 (Práctica 19).....119
Figura 3-116 Diagrama de flujo 2 (Práctica 19).....120
Figura 3-117 Diagrama de flujo 1 (Práctica 20).....122
Figura 3-118 Diagrama de flujo 2 (Práctica 20).....123
Figura 3-119 Diagrama de flujo 1 (Práctica 21).....124
Figura 3-120 Diagrama de flujo 2 (Práctica 21).....125
Figura 3-121 Diagrama de flujo 3 (Práctica 21).....126
Figura 4-1 Análisis de la pregunta 1.....129
Figura 4-2 Análisis de la pregunta 2.....129
Figura 4-3 Análisis de la pregunta 3.....130
Figura 4-4 Análisis de la pregunta 4.....131
Figura 4-5 Análisis de la pregunta 5.....131
Figura 4-6 Análisis de la pregunta 6.....132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Aplicaciones de la tecnología de transición IPv6 12
Tabla 2 Aplicaciones del micro controladores ARM9 18
Tabla 3 Migración a micro controladores Cortex 20
Tabla 4 Tipos de variables 41
Tabla 5 Recursos ocupados por los LED 64
Tabla 6 Distribución de botones de usuario 65
Tabla 7 Distribución de pines de la interfaz GPIO 71
Tabla 8 Distribución de pines de la interfaz CMOS 72
Tabla 9 Distribución de los pines de la interfaz del bus del sistema 73
Tabla 10 Distribución de pines en la tarjeta de expansión 82
Tabla 11 Análisis de la pregunta 1 128
Tabla 12 Análisis de la pregunta 2 129
Tabla 13 Análisis de la pregunta 3 130
Tabla 14 Análisis de la pregunta 4 130
Tabla 15 Análisis de la pregunta 5 131
Tabla 16 Análisis de la pregunta 6 132
Tabla 17 Costos de materiales 133
Tabla 18 Costos de mano de obra 134
Tabla 19 Costo total del proyecto 134

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Micro controlador ARM920T.
Anexo 2	Micro controlador S3C2440
Anexo 3	Micro controlador Atmega48.
Anexo 4	Modelo de la encuesta.
Anexo 5	Building Bare Metal ARM Systems With GNU
Anexo 6	Guía de prácticas.

RESUMEN

El presente trabajo está dirigido para profesores y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica con el fin de mostrar el uso del módulo de desarrollo MINI2440, que ofrece un conjunto de nuevos conocimientos a tecnologías que están presentes en el mundo. Buscando así el entendimiento general de dispositivos electrónicos de similares características.

Este módulo contiene varios elementos de software que simplifican el trabajo y hardware de reducido tamaño que lo hacen atractivo al momento de realizar proyectos de electrónica, tanto de Sistemas Industriales como Telecomunicaciones.

Es importante mencionar que el software por defecto que trae el módulo MINI2440 facilita el entendimiento y presenta los alcances de un micro controlador ARM9, usado hoy en día en muchos dispositivos electrónicos desde juguetes hasta teléfonos inteligentes.

Se presenta el desarrollo y construcción de una tarjeta de expansión para el módulo MINI2440, que permite la comunicación con dispositivos externos, además que extiende las utilidades del módulo.

Finalmente luego de presentar la información acerca del micro controlador ARM9 que contiene el módulo MINI2440 y el desarrollo e implementación de la tarjeta de expansión, se presenta una guía de prácticas de laboratorio con la finalidad de que el profesor o estudiante conozca las funciones del módulo de entrenamiento.

Las prácticas contienen la información útil para el entendimiento y rápido entrenamiento acerca de las funciones del módulo. Buscando en el usuario dar una valiosa herramienta y empleo en futuros proyectos y aplicaciones.

PRESENTACIÓN

La presente tesis consta de 5 capítulos compuestos por una parte teórica que brinda información y teoría hasta llegar a la parte práctica donde se refuerza el uso del módulo de entrenamiento.

El capítulo 1 contiene la hipótesis que define, qué es lo que se quiere lograr con el desarrollo del presente trabajo y la tesis, que explica que se obtuvo de todo la labor realizada. Los objetivos y alcances que se plantean en el capítulo 1 buscan el estudio del módulo MINI2440 enfocado al desarrollo e implementación de una tarjeta de expansión para finalmente presentar una guía de prácticas de laboratorio para el módulo de entrenamiento. Se indica la metodología de la investigación empleada para la realización de la tesis.

El capítulo 2 consta del estado del arte en el cual se analizan varios artículos marcando la importancia de los micros controladores ARM. El marco teórico describe las funciones de los programas de computadora empleados para el desarrollo de la tesis. La arquitectura del micro controlador ARM9 y la migración a los micro controladores Cortex, también se menciona las aplicaciones que tienen los micro controladores ARM en DPS y aplicaciones JAVA.

El capítulo 3 describe el uso y características de software y hardware utilizados en esta tesis. Respecto a software se detalla el procedimiento para compilar programas al módulo MINI2440. Así mismo la compilación y ejecución de programas sobre la tarjeta de expansión. Se indica el proceso realizado en software para generar el diseño electrónico del circuito esquemático y circuito impreso de la tarjeta de expansión. Respecto a hardware se exponen las características del módulo MINI2440 y tarjeta de expansión así como el procedimiento de su utilización. Se presenta también las prácticas de la guía de laboratorio.

El capítulo cuatro consta el análisis de resultados sobre una encuesta realizado a tres estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica, sobre el manejo del módulo de

entrenamiento. Se presenta también los costos del proyecto de investigación y la fuente de financiamiento.

El capítulo cinco expone las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en la realización de esta tesis.

1. CAPÍTULO 1: HIPÓTESIS Y TESIS

1.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo contiene la hipótesis que define, qué es lo que se quiere lograr con el desarrollo del presente trabajo y la tesis, que explica que se obtuvo de todo la labor realizada. Los objetivos y alcances de la tesis. También se indica la metodología de la investigación empleada para la realización del presente trabajo.

1.2. HIPÓTESIS.

Mediante el análisis y estudio general del módulo de desarrollo MINI2440 basado en el micro controlador ARM9 y la creación de una tarjeta de expansión se pretende realizar un conjunto de prácticas, dirigido para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.3. TESIS.

Mediante el análisis y estudio general del módulo MINI2440 y la implementación de una tarjeta de expansión se realiza la introducción al manejo del módulo y se complementa con un conjunto de prácticas de laboratorio.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Analizar, diseñar e implementar una Tarjeta de Desarrollo para el módulo Mini2440, basado en un micro controlador ARM9 para el laboratorio en la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar y analizar la información en relación al micro controlador ARM9 y el módulo MINI2440.
- Fabricar un interfaz de desacoplo entre las etapas de control y potencia para el módulo MINI2440.

- Desarrollar un conjunto de prácticas orientadas al manejo del módulo MINI2440.
- Elaborar un Manual de Prácticas para estudiantes e instructor.

1.5. JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo del presente proyecto está enfocado para los laboratorios de ingeniería electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana, representa un valioso aporte al aprendizaje de nuevas tecnologías, al permitir a estudiantes y profesores experimentar con las funciones que tiene un micro controlador ARM9 mediante el módulo MINI2440 y su tarjeta de expansión.

La guía de prácticas aguilita el entendimiento de las funciones del módulo, aportando varias alternativas para el desarrollo de proyectos, e incrementa el conocimiento del funcionamiento de dispositivos actuales que usan micro controladores ARM.

El módulo de entrenamiento representa una nueva herramienta en los laboratorios de ingeniería electrónica, mejorando el aprendizaje y expandiendo las posibilidades para la implementación de proyectos.

1.6. ALCANCES.

Este proyecto realiza lo siguiente:

- Test de luz de fondo de pantalla.
- Test de Botones.
- Test de ADC.
- Test de comunicación I2C mediante la grabación y lectura de la memoria EEPROM del módulo.
- Test de pantalla LCD del módulo.
- Test de leds del módulo.
- Test de pantalla táctil.
- Test de PWM.
- Test de micrófono.
- Test de protección de reinicio de módulo.
- Configuración de red para el módulo.

- Acceso a internet mediante el módulo.
- Realizar un ping a través del módulo.
- Comunicación serial RS232 entre módulo y PC.
- Comunicación serial RS232 entre módulo y micro controlador ATMEGA48 de la tarjeta de expansión.
- Compilar un programa sobre un sistema operativo base Linux, para luego cargar y ejecutar sobre el módulo MINI2440.
- Activar un foco de 110VAC en el módulo de expansión, mediante un programa ejemplo ejecutado sobre el módulo MINI2440.

Este proyecto no realiza lo siguiente:

- Comunicaciones por el puerto USB.
- Control de motores.

1.7. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

En esta parte del proyecto se especificarán los pasos que se han planteado para la realización de este proyecto de titulación comenzando por la investigación bibliográfica, seguido del desarrollo del hardware y software, construcción e implementación del módulo de entrenamiento, finalizando con la documentación del proyecto.

1.7.1. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Se realizará una investigación acerca de la documentación necesaria para la realización del proyecto.

Se realizará un estudio sobre la familia de micro controladores ARM9 y su funcionamiento en diferentes aplicaciones.

Se realizará un estudio y análisis sobre el módulo MINI2440, como puede ser: Elementos, interfaces y aplicaciones.

1.7.2. DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE.

Se diseñará e implementará en un principio un circuito electrónico de expansión en un protoboard para el manejo y comunicación del módulo MINI2440.

Se realizarán prácticas para el manejo del módulo MINI2440.

Se realizarán prácticas de comunicación entre el módulo MINI2440 y el circuito electrónico de expansión utilizando el atmega48.

1.7.3. CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

Se diseñará y construirá una tarjeta de expansión auxiliar, y se realizarán las conexiones necesarias para el manejo del módulo de entrenamiento.

Se realizarán las prácticas correspondientes del manejo y comunicación entre el modulo MINI2440 y la tarjeta de expansión.

Se realizará una base de acrílico para el montaje del módulo de entrenamiento.

1.7.4. DOCUMENTACIÓN.

Se escribirá la documentación de la monografía correspondiente al presente proyecto de investigación, cuyo tema es el análisis, diseño e implementación de una tarjeta de desarrollo para el módulo mini2440 basado en un micro controlador ARM9.

1.8. ANTECEDENTES.

En el Ecuador no se encuentra publicado actualmente ningún proyecto con el micro controlador ARM920T, sin embargo en otros países existen varios proyectos realizados con el módulo MINI2440 con micro controlador ARM920T como pueden ser:

- *Nariz electrónica para la detección de gases*, implementado por MUHAMMAD AIZAD BIN SELAMAT, en la Universidad Tecnológica de Malasia.[19]

Este proyecto se trata del diseño de una nariz electrónica para el análisis de gases contaminantes del medio ambiente y mostrar los componentes y porcentajes que contiene utilizando un módulo MINI2440.

- *Desarrollo de una Unidad Portátil para Monitorear el Latido del Corazón usando Friendly Arm Mini2440*, implementado por NORSHAZWANA BINTI MAT TAIB, en la Universidad Tecnológica de Malasia.[20]

Este proyecto se trata del diseño de un electrocardiograma personal, capaz de controlar el ritmo cardiaco fácilmente sin la necesidad de acudir a alguna clínica, utilizando un módulo MINI2440 para el procesamiento de señales.

- *Sistema de Detección de Venas Subcutáneas a bajo costo utilizando ARM9*, implementado por Tanushri Chakravorty, Departamento de instrumentación y control, colegio de ingenieros, PUNE.[21]

Este proyecto se trata del diseño de un sistema de detección de venas subcutáneas basado en imágenes de infrarrojo usando el módulo MINI2440 como plataforma de desarrollo, una cámara infrarrojo y monitor VGA.

2. CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE.

2.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo muestra el estado del arte en el cual se analizan varios artículos marcando la importancia de los micro controladores ARM. El marco teórico describe las funciones de los programas de computadora empleados para el desarrollo de la tesis. La arquitectura del micro controlador ARM9 y la migración a los micro controladores Cortex, también se menciona las aplicaciones que tienen los micro controladores ARM en DPS y aplicaciones JAVA.

2.2. ARTICULOS DE APLICACIONES BASADOS EN EL MICRO CONROLADOR ARM9.

A continuación se analizan los siguientes documentos.

2.2.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA DEL MEDIO AMBIENTE ATMOSFÉRICO BASADO EN LA PLATAFORMA ARM9 Y LA TECNOLOGÍA GPRS. [15]

Este documento propone un sistema de vigilancia del medio ambiente combinando la tecnología ARM embedded y la tecnología inalámbrica GPRS, a través del sistema inalámbrico se puede alcanzar largas distancias de transmisión de datos y evitar el proceso de cableado, con el fin de realizar el monitoreo y control de la contaminación de los gases de todo el sector industrial.

Se describe los métodos de diseño principalmente de los componentes del sistema, diseño del hardware y software y la aplicación de Windows CE como plataforma de desarrollo de aplicaciones.

Diseño general del sistema.

El sistema inalámbrico de vigilancia ambiental se basa en el procesamiento de datos avanzados y tecnologías de comunicación.

El diseño se divide en tres partes: terminales de recopilación de datos, red inalámbrica de transferencia de datos y el control del centro de datos.

Los terminales de recolección de datos se encargan de la adquisición de datos del sitio y el procesamiento en tiempo real. La red inalámbrica de transferencia de datos se encarga de completar la recopilación de datos y la transmisión. El centro de control es el encargado de recibir los datos a través de la red.

Diseño del hardware de adquisición de datos.

El hardware de adquisición de datos se compone principalmente del micro controlador ARM9 y un módulo inalámbrico GPRS (módulo MC35i), como se muestra en la siguiente figura.

La unidad del controlador ARM, S3C2410A es un micro controlador de baja potencia y alto grado de integración.

El módulo inalámbrico GPRS, se trata de una tecnología de comunicación entre la segunda y tercera generación de tecnología de comunicación móvil.

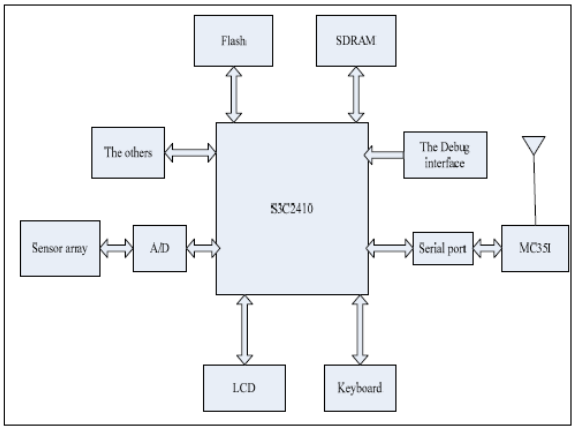

Figura 2-1 Estructura del hardware de adquisición de datos

Fuente: http://www.ipcsit.com/vol13/7-ICFIT2011-F015.pdf

Diseño del software del sistema.

Se selecciona Windows CE como plataforma del sistema, CE tiene amplias aplicaciones en los campos de control, comunicaciones y otros contenidos multimedia.

Funciones del micro controlador ARM9.

- Comunicación puerto serial
- Adquisición de datos
- Procesamiento en tiempo real
- Terminal portátil
- Control del centro de datos
- Plataforma del sistema Windows CE

2.2.2. EL XBC: UN MODERNO CONTROLADOR DE ROBOT MÓVIL A BAJO COSTO. [16]

El XBC es un nuevo diseño de un controlador de robot con un moderno micro controlador ARM y una tarjeta FPGA que permite un alto rendimiento - especialmente en el procesamiento de visión y el control de motores. El XBC utiliza un sistema de software libre de desarrollo. El XBC está siendo producido en masa por lo que es fácilmente disponible.

El sistema XBC / IC.

El sistema de XBC / IC es una herramienta fácil de usar de propósito general y de bajo costo para el control de robots. El sistema proporciona un hardware potente (una FPGA vinculados con un micro controlador ARM), con un entorno interactivo de programación en C. El XBC/IC permite aplicaciones avanzadas de la robótica.

Figura 2-2 El XBC Controlador de Robot

Fuente: http://dpm.kipr.org/papers/xbc-iros05.pdf

El hardware XBC.

El único hardware XBC que usa un micro controlador principal es un Game Boy Advance (GBA).

El XBC emplea un hardware personalizado que se conecta a la GBA, este equipo incluye conectores, puentes H y memoria flash. El componente es una FPGA de bajo costo pero de gran alcance. El FPGA nos permite crear controladores personalizados que son específicamente útiles para la robótica mediante el uso de puertas lógicas.

El XBC está estrechamente ligado con cada periférico implementado en la FPGA y el micro controlador ARM (GBA).

La tecnología para el XBC fue explorada por primera vez en la creación de la Xport. El GBA es una plataforma de computación atractivo para la robótica. La Xport consiste principalmente en una FPGA y la memoria flash. La flash se utiliza para almacenar el programa de la GBA, y la FPGA se usa para implementar los periféricos de lógica que son útiles para muchas aplicaciones diferentes, incluyendo la robótica. La Xport básicamente convierte el GBA en un sistema integrado útil con 4 Mbytes de memoria flash y 64 señales de E / S.

El XBC amplía las capacidades de la Xport mediante la adición de las siguientes características:

- Cuatro circuitos cerrados back-fem como controladores PID del motor.
- Un sistema de visión de color, capaz de reconocer tres modelos de color al mismo tiempo.
- 8 entradas analógicas.
- 16 entradas digitales.
- 4 puertos servo.
- Cargador de batería.

El XBC utiliza su FPGA para implementar un controlador back-emf para el control de motores. Este controlador presenta las mediciones al micro controlador ARM en el GBA. El ARM lee todas las mediciones y calcula la posición actual de los cuatro ejes del motor.

El XBC utiliza un sistema de visión de color personalizado para dar al robot la capacidad de detectar y rastrear objetos en su entorno.

El XBC, usa tablas de consulta dentro de su FPGA para realizar el filtrado de color de píxeles. Una tabla de búsqueda se utiliza para cada uno de los tres modelos de color.

EL entorno interactivo de programación C.

Interactivo C (IC) es una versión del lenguaje de programación C hecha específicamente para los controladores de la robótica y la educación de programación de computadoras.

Interactivo C se distribuye tanto como una utilidad de línea de comandos y una interfaz gráfica.

Características únicas de la XBC / IC

El sistema de XBC / IC tiene varias características que lo hacen único entre los controladores de robots de bajo precio.

- FPGA para los sensores de la manipulación, el control motor y la visión de pre-procesamiento.
- Cámara integrada.
- Facilidad de programación.

Funciones del micro controlador ARM9.

- Procesamiento de visión. Capacidad de detectar o rastrear objetos en su entorno.
- Control del motor.
- Facilitar la programación en C.
- Integración de una pantalla LCD a color.
- Es un generador de trayectorias.
- Lee todas las mediciones y calcula la posición del motor.
- Control de posición.
- Maneja todos los periféricos de la FPGA.

2.2.3. EL DISEÑO PRELIMINAR DEL HOME GATEWAY Y TERMINAL IPV6. [17]

Este diseño analiza las ventajas que utilizan IPv6 en el hogar inteligente y se describe una estructura de la red doméstica IPv6.

Una de las principales tecnologías es la red doméstica inteligente. A través de la red, una variedad de dispositivos de información, sistemas de alarma de seguridad, sistemas de monitorización médica y equipamiento del hogar se conectan y se convierten en un sistema de información interactivo de control.

Sosteniendo que los controladores de red y Home Gateway están basados en el micro controlador ARM y pueden soportar IPv6 para llevar a cabo la aplicación del control remoto basado en el navegador Web.

Para construir una red doméstica, el requisito más básico es lograr la interconexión de diferentes dispositivos, y establecer formas convenientes de comunicación.

En comparación con IPv4, IPv6 tiene las siguientes ventajas:

- La dirección IP extremadamente extensa.
- Mejora de la Calidad de Servicio.
- Garantizar más la seguridad.
- Capacidad de disposición automática de direcciones.

Estructura de la red doméstica IPv6.

La red doméstica consiste principalmente en la transmisión de información a través del Home Gateway, el PC y componentes de control. La estructura se ilustra en la siguiente figura. Se puede controlar a nivel local y central a través de un control remoto. También puede ser controlado a distancia por un PC a través de Internet.

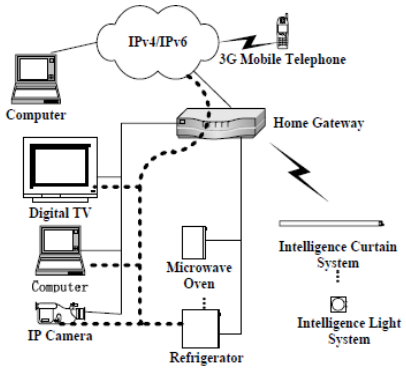

Figura 2-3 Estructura de la red doméstica IPv6

Fuente: http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jemaa.2009.11010

Tecnología de la transición IPv6.

La Tecnología de transición IPv6 tiene tres tipos principales:

Doble pila, túnel, traducir. Sus aplicaciones típicas se indica en la siguiente tabla . Entre ellos, el nodo A puede ser el Home Gateway. El Nodo B puede ser el nodo del lado WAN o PC remoto. El Medio puede ser el nodo intermedio o conectado directamente.

Nodo A pila de protocolos	Media Pila de protocolo	Nodo B Pila de protocolo	tecnología aplicable
IPv6	Ninguno	IPv6	Se conecta directamente
IPv6/ IPv4	Ninguno	IPv6 o IPv4	Doble pila
IPv6	IPv4	IPv6	Túnel
IPv6	Ninguno	IPv4	traducir

Tabla 1 Aplicaciones de la tecnología de transición IPv6

Fuente: http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jemaa.2009.11010

El diseño del Home Gateway se basa en el micro controlador de red. El Home Gateway lleva a cabo con la placa de desarrollo basado en el micro controlador de red, tales como Intel IXP425, como se indica en la siguiente figura.

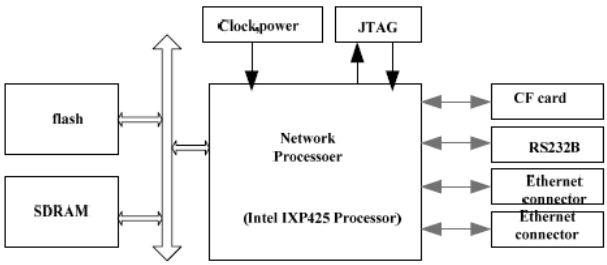

Figura 2-4 Diseño del hardware para el home Gateway

Fuente: http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jemaa.2009.11010

El diseño de los terminales se forma con los terminales de la red y el micro-controlador, que conecta el Home Gateway y los accesorios, que se muestra en la siguiente figura. El módulo de terminación de la red puede recibir información de control de la red a través de comunicación serie RS232 con el módulo de control.

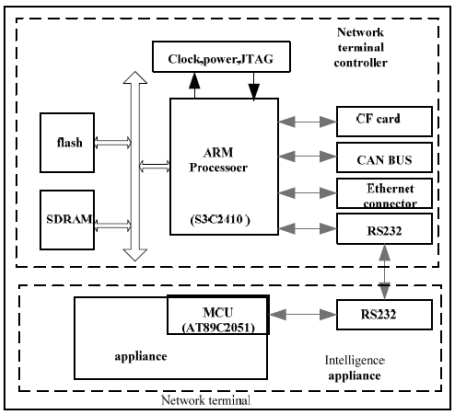

Figura 2-5 Diseño del hardware del terminal de la red domestica

Fuente: http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jemaa.2009.11010

Funciones del micro controlador ARM9.

- Módulo Ethernet.
- Sistema operativo Linux.
- Controlador de la red.

2.2.4. ENFOQUE AL SERVICIO DE INFORMACIÓN DE MEDIOS INDEPENDIENTES DEL ESTÁNDAR IEEE 802.21. [18]

El estándar IEEE 802.21 establece dos métodos para implementar un servicio de medios de comunicación independientes (MIH).

Introducción.

El estándar IEEE 802.21 proporciona información de la capa de enlace y de las capas superiores de comunicación para optimizar los traspasos entre las redes dependientes de los medios de comunicación (IEEE 802.16, IEEE 802.11, GSM, UMTS, IEEE 802.3, etc.).

Este estándar es compatible con el uso cooperativo de información disponible en el nodo móvil y la infraestructura de red. El nodo móvil estaría situado para detectar las redes disponibles, y la infraestructura de la red es adecuada para almacenar la información general de la red.

El estándar se compone de los siguientes elementos:

- Un marco que permita la continuidad del servicio, el marco se basa en la presencia de una pila de protocolo de gestión de la movilidad dentro de los elementos de red.
- Un conjunto de funciones de transferencia dentro de la pila de protocolos de los elementos de red.
- Un punto de acceso de servicio a los medios de comunicación independientes.
- La definición de la capa de enlace de nuevos programas de ajuste estructural y los primitivos asociados a cada tecnología de capa de enlace.
- La función MIH proporciona los servicios que facilitan los traspasos entre redes heterogéneas.

El primer servicio: representa el Servicio de eventos de Medios Independientes (MIES), que se ocupa de la clasificación de eventos, evento de filtrado y evento de reporte correspondientes a la cambios en el estado de la capa de enlace.

El segundo servicio: representa el Servicio de Comando de Medios Independientes (MICS), que permite a los usuarios MIH gestionar y controlar el comportamiento de enlace correspondiente a la movilidad.

El tercer servicio: representa el Servicio de Información de Medios Independientes (MIIS), el MIIS principalmente proporciona un conjunto de elementos de información (IES).

El MIIS normalmente proporciona los parámetros de la capa de enlace como: el canal de información, la dirección MAC y la seguridad información de un punto de unión.

El estándar IEEE 802.21 proporciona una lista básica de Elementos de información que se puede utilizar durante consultas de recuperación de la información.

MIIS define dos métodos para la representación de la Información: representación binaria y la representación RDF. MIIS también define dos métodos de consulta. Para las solicitudes mediante representación binaria, el método TLV (tipo-longitud-valor) y el método SPARQL.

Se realiza una simulación para mantener las codificaciones y las consultas lo más sencillo posible, tanto desde el procesamiento de recursos y desde el punto de vista de los programadores.

La simulación se compone de una consulta del cliente y un la respuesta del servidor. La comunicación entre ellos es orientada a la conexión.

Se he utilizado dos arquitecturas de CPU CISC (la común i386 y micro controladores x86-64) y una arquitectura de CPU RISC (arquitectura ARM9). Sus frecuencias están en diferentes rangos.

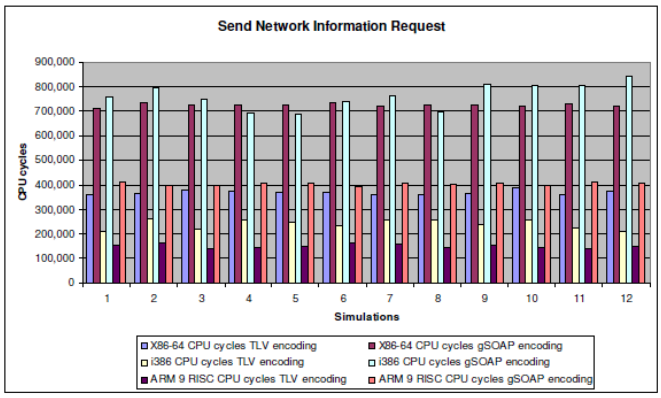

Figura 2-6 Envio de solicitud de la Red de Información

Fuente: ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/proceedings/2009/wv09/WVITAE09/PDF/AUTHOR/WV099625.PDF

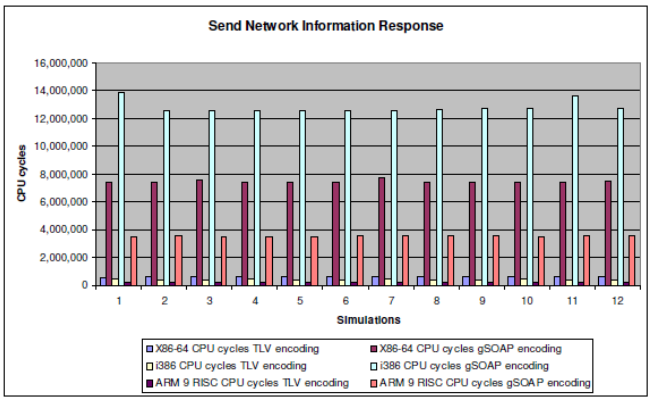

Figura 2-7 Envio de Respuesta de la Red de Información

Fuente: ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/proceedings/2009/wv09/WVITAE09/PDF/AUTHOR/WV099625.PDF

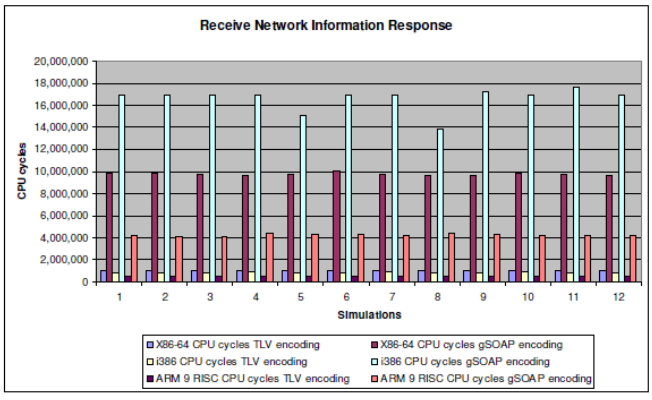

Figura 2-8 Recibo la respuesta de la Red de Información

Fuente: ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/proceedings/2009/wv09/WVITAE09/PDF/AUTHOR/WV099625.PDF

De acuerdo a los grafios de las simulaciones anteriores se establece que la codificación TLV es el método de investigación más rápido.

Función del micro controlador ARM9.

La arquitectura RISC (arquitectura ARM9) es más rápido por ciclo de reloj que sus oponentes CISC.

2.3. MICRO CONTROLADOR ARM9.

El micro controlador ARM920T de arquitectura ARMv4T es un miembro de la familia de micro controladores ARM9TDMI de propósito general.

El micro controlador ARM920T se basa en la arquitectura Harvard, al separar los caches de instrucciones y datos, que está dirigido a aplicaciones MULTIPROGRAMMER de alto rendimiento y bajo consumo de energía. El micro controlador ARM920T implementa una arquitectura mejorada MMU (Unidad de Gestión de Memoria) para proporcionar servicios de traducción y control de permisos de acceso para la instrucción y las direcciones de los datos.

El micro controlador ARM920T incluye lógica para ayudar en el hardware y el software de depuración.

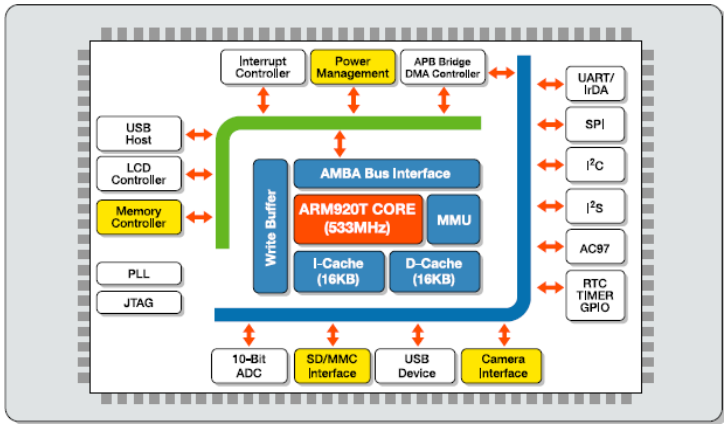

Figura 2-9 Arquitectura del micro controlador ARM920T

Fuente: http://www.datasheetking.com/indexdl/Scans-007/Scans-00142900.pdf

Características:

- 32/16-bit arquitectura RISC.
    - 32 bits para obtener el máximo rendimiento y flexibilidad.
    - 16 bits para mayor densidad de código.
- Compatible con sistemas operativos, incluyendo el sistema operativo Symbian, Windows CE, Linux y Palm OS.
- Mayor ancho de banda de memoria disponible.
- Cache de datos 8k e instrucciones 8k.

La familia de micro controladores ARM9, permite dar las soluciones a diferentes aplicaciones DSP y Java en un solo micro controlador, ofreciendo un ahorro en el área del chip, la complejidad y el consumo de energía.

Los micro controladores ARM9 DSP, son ideales para aplicaciones que requieren una combinación de DSP.

Aplicaciones:

Los micro controladores ARM9 están en el corazón de los productos digitales avanzados a través de múltiples aplicaciones.

La familia de micro controladores ARM9 ofrecer un rendimiento superior y flexibilidad para aplicaciones embebidas exigentes y de costo razonable.

Tipo de producto	Aplicación
Consumidor	Smartphones, PDA, juguetes electrónicos, cámaras fotográficas digitales, cámaras de vídeo digital, etc.
La creación de redes	Wireless LAN, Bluetooth, Firewire, etc.
Automotor	ABS, de navegación, etc.
Integrados	Los controladores USB, controladores de bluetooth, escáneres médicos, etc.
Almacenamiento	Unidades de disco duro.

Tabla 2 Aplicaciones del micro controladores ARM9

Fuente: http://www.arm.com/products/processors/classic/arm9/

Beneficios:

- Ejecuta algunos sistemas operativos existentes, herramientas de desarrollo a bajos costos y menor tiempo de desarrollo.
- Múltiples proveedores en la industria, los principales proveedores de silicio.
- Código compatible con ruta de migración hacia arriba para familia ARM10E.

La familia de micro controladores ARM9 incluye los micro controladores ARM968E-S, ARM946E-S y ARM926EJ-S, Basado en la arquitectura ARMv5TE.

ARM968E-S.

Es el micro controlador ARM9 de tamaño más pequeño con mejoras en DSP, de bajo consumo de energía, aplicaciones embebidas en tiempo real.

El micro controlador ARM9 más pequeño y de más bajo consumo de energía es ideal para muchos tipos de aplicaciones en tiempo real.

ARM946E-S.

Este micro controlador DSP caché mejorado con un MPU para aplicaciones en tiempo real ejecutándose en un RTOS.

Un micro controlador orientado de tiempo real con interfaces de caché opcional más una unidad de protección de memoria llena. Este micro controlador es útil en aplicaciones donde la mayoría de código está en la memoria principal.

ARM926EJ-S.

Micro controlador ARM926EJ-S incluye tecnología ARM Jazelle que permite aplicaciones con Java, extensiones DSP y una MMU, para las aplicaciones basados en OS.

El micro controlador ARM926EJ-S es capaz de soportar un sistema operativo completo, como: Linux, WindowsCE, y Symbian, este micro controlador es ideal para muchas aplicaciones que requieren una interfaz gráfica.

2.3.1. MIGRACIÓN A MICRO CONTROLADORES CORTEX.

La familia ARM9 tiene una ruta sólida de vinculación con los últimos micro controladores ARM Cortex.

Familia de micro controladores ARM9	Familia de micro controladores Cortex
ARM968E-S	Cortex-R4
ARM946E-S	Cortex-R4
ARM926EJ-S	Cortex-A5

Tabla 3 Migración a micro controladores Cortex

Fuente: http://www.arm.com/products/processors/classic/arm9/

La evolución de los micro controladores ARM se puede observar en la siguiente figura.

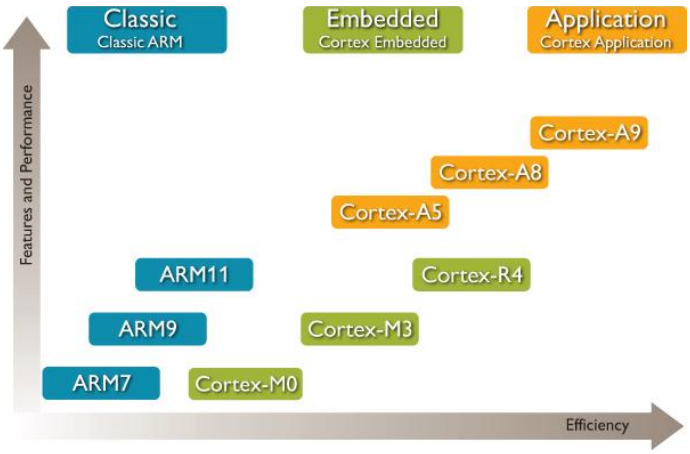

Figura 2-10 Evolución de los micro controladores ARM

Fuente: http://www.arm.com/products/processors/classic/arm7/index.php

ARM7.

- Creado en 1994.
- Basado en la Arquitectura ARMv4T.
- Densidad de código mejorado.
- Diseñado para dispositivos móviles y otros dispositivos electrónicos de baja potencia.

ARM9.

- Creado en 1997.
- Basado en la arquitectura ARMv5TE.
- Menor consumo de energía.
- Permite aplicaciones JAVA y DSP.
- Menor complejidad (fácil de usar).
- Aplicaciones de tiempo real.
- Alta eficiencia energética.

ARM11..

- Creado en 2002.
- Basado en la arquitectura ARMv6.
- Compatible con todas las generaciones anteriores de micro controladores ARM.
- Impulsa en la producción de teléfonos inteligentes.
- Alto rendimiento en los diseños de bajo costo.
- Bajo consumo de energía.

CORTEX-M.

- Creado en 2004.
- Mayor rendimiento.
- Mayor eficiencia y flexibilidad.
- Bajo consumo de energía.
- Código de mayor densidad.
- Desarrollo de software simplificado.

CORTEX-R.

- Creado en 2006.
- Altas prestaciones para sistemas embebidas.
- Mejor procesamiento en tiempo real.
- Mayor rendimiento.
- Bajo consumo de energía.

CORTEX-A.

- Creado en 2006.
- Basados en la arquitectura ARMv7.
- Prestaciones para dispositivos móviles con sistema operativo.
- Excelente nivel de rendimiento.
- Baja potencia.
- Bajo consumo de energía.

2.4.MICRO CONTROLADOR CORTEX-A9.

El micro controlador Cortex-A9 de ARM ofrece un excelente nivel de rendimiento y eficiencia energética por lo que es una solución ideal para diseños que requieren un alto rendimiento en baja potencia o sensibilidad térmica limitada.

Disponible como un micro controlador de un solo núcleo o configurarlo como multinúcleo. Este micro controlador se puede ampliar a través de una amplia variedad de aplicaciones al tiempo que permite una inversión de software consistente en múltiples mercados.

¿Por qué Cortex-A9?

El micro controlador ARM Cortex-A9 ofrece capacidades excepcionales de consumir menor energía que las plataformas de alto rendimiento de cómputo, incluyendo:

- Rendimiento óptimo con la operación típica de 2GHz.
- Bajo consumo de energía dirigida para implementaciones de los dispositivos sensibles de un solo núcleo.
- Ampliable hasta cuatro núcleos con la tecnología avanzada MPCore.

Aplicaciones:

Los micro controladores Cortex-A9 ofrecen una solución amplia de aplicaciones en el mercado de teléfonos móviles a través de altas prestaciones de consumo y productos de la empresa mediante el intercambio de los requisitos comunes, como son:

- El aumento de la eficiencia energética con un mayor rendimiento para un menor consumo energético.
- El aumento de rendimiento óptimo para la mayoría de las aplicaciones más exigentes.
- La capacidad para compartir software y herramientas a través de múltiples dispositivos.

2.5. APLICACIONES DSP Y JAVA.

2.5.1. APLICACIONES DSP.

- **Códec de audio.**

Un códec de audio es un códec que incluye un conjunto de algoritmos que permiten codificar y decodificar los datos auditivos, lo cual significa reducir la cantidad de bits que ocupa el fichero de audio con el objetivo de que ocupan el menor espacio posible, consiguiendo una buena calidad final.

- **Códec de vídeo.**

Un códec de video es un tipo de códec que permite comprimir y descomprimir video digital. Normalmente los algoritmos de compresión empleados conllevan una pérdida de información.

- **Control de servomotores.**

Los servomotores hacen uso de la modulación por ancho de pulsos (PWM), para controlar un servo, se debe ordenar un cierto ángulo, medido desde 0 grados, mediante el envío de una serie de pulsos. En un tiempo ON de pulso indica el ángulo al que debe posicionarse; 1ms = 0 grados, 1.5ms en el centro y 2.0ms = máximo grado. El factor limitante es el tope del potenciómetro. Un sonido de zumbido normalmente indica que usted está forzando al servo.

- **Reconocimiento de escritura.**

El reconocimiento de escritura es la capacidad de un ordenador para recibir entrada manuscrita. Existen dos formas de entrar la información a la computadora:

- Fuera de línea, a través de, por ejemplo, una imagen escaneada en donde hay un texto escrito a mano.
- En línea, en donde se entra el texto a través de una lapicera que detecta los movimientos como en una pantalla táctil.

Un software de reconocimiento de escritura debe ser capaz de comprender cada carácter e incluso encontrar las palabras más probables. El software puede llegar a requerir un tiempo de aprendizaje para un tipo de letra de un usuario determinado.

- **Reconocimiento de voz.**

Un sistema de reconocimiento de voz es una herramienta computacional capaz de procesar la señal de voz emitida por el ser humano y reconocer la información contenida, convirtiéndola en texto o emitiendo órdenes que actúan sobre un proceso.

Debe cumplir 3 tareas:

- Preprocesamiento: Convierte la entrada de voz a una forma que el reconocedor pueda procesar.
- Reconocimiento: Identifica lo que se dijo.
- Comunicación: Envía lo reconocido al sistema que lo requiere.

- **Control embebido.**

Un sistema embebido o empotrado es un sistema de computación diseñado para realizar una o algunas pocas funciones dedicadas, frecuentemente en un sistema de computación en tiempo real. Los sistemas embebidos se utilizan para usos muy diferentes a los usos generales a los que se suelen someter a las computadoras personales, como: por ejemplo relojes de taxi, registradores, controles de acceso entre otras múltiples aplicaciones.

2.5.2. APLICACIONES JAVA.

ARM ofrece una amplia gama de soluciones de rendimiento de la plataforma Java. ARM trabaja con los principales teléfonos y proveedores de software independientes para mejorar continuamente el rendimiento de su software.

Software Jazelle ofrece un alto rendimiento en Java para teléfonos móviles y otros dispositivos de consumo sin afectar el consumo de memoria y duración de la batería.

Dispositivos de consumo:

- Smartphone.
- PDA.
- Juguetes electrónicos.
- Cámaras fotográficas digitales.
- Cámaras de vídeo digital.

Jazelle es fácil de integrar, no requiere ningún ajuste de tiempo del compilador para diferentes plataformas y aplicaciones.

2.6. MARCO TEÓRICO.

2.6.1. MÓDULO MINI2440.

El módulo MINI2440 es una placa de desarrollo eficiente, caracterizada por su desempeño para el funcionamiento de varias aplicaciones. Basado en el micro controlador Samsung S3C2440.

Figura 2-11 Módulo MINI2440

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

2.6.2. SOFTWARE QTOPIA.

Qtopia es el Sistema operativo por defecto que lleva instalado el módulo MINI2440, qtopia presta varias herramientas de software básicas similares a otros sistemas operativos.

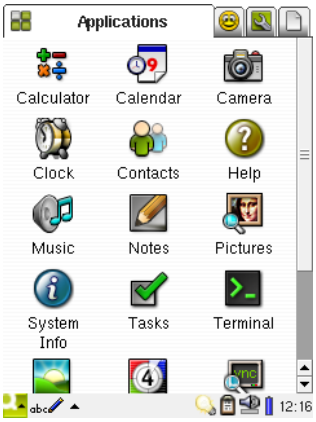

Figura 2-12 Software Qtopia

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

2.6.3. SISTEMA OPERATIVO UBUNTU.

Ubuntu es una distribución Linux que proporciona un sistema operativo actualizado y estable para el usuario, con un fuerte enfoque en la facilidad de uso e instalación del sistema. Linux se compone de múltiples paquetes de software normalmente distribuidos bajo una licencia libre o de código abierto.

Su eslogan es *Linux for human beings* (‘Linux para seres humanos’).[1]

Figura 2-13 Sistema operativo Ubuntu

Fuente: http://cdiras.projektinfo.hu/op_logok/k_ubuntu.jpg

[1] http://www.taringa.net/posts/linux/10029278/Ubuntu-de-Linux.html

2.6.4. EL COMPILADOR GCC.

GCC es un compilador integrado del proyecto GNU para C, C++, Objective C y Fortran; es capaz de recibir un programa fuente en cualquiera de estos lenguajes y generar un programa ejecutable binario en el lenguaje de la máquina donde ha de correr.
La sigla GCC significa "GNU Compiler Collection". Originalmente significaba "GNU C Compiler"; todavía se usa GCC para designar una compilación en C. G++ refiere a una compilación en C++.[2]

2.6.5. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C++.

La intención de su creación fue el extender al exitoso lenguaje de programación C con mecanismos que permitan la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.
Posteriormente se añadieron facilidades de programación genérica, que se suman a los otros dos paradigmas que ya estaban admitidos (programación estructurada y la programación orientada a objetos).[3]

2.6.6. BASCOM-AVR.

BASCOM-AVR propietario de Atmel es el compilador para la plataforma Windows diseñado para micro controladores de la familia AVR (familia de micro controladores RISC). Su lenguaje de programación se basa en BASIC.

Figura 2-14 Pantalla inicial del programa Bascom-AVR

Fuente: Los Autores[4]

[2] http://www.adifismat.org/worldsoftaqp/manuales/manual_gnu_gcc.pdf
[3] http://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B
[4] Los autores: Hace referencia a los gráficos de las pantallas capturados del software que se utiliza.

2.6.7. PROTEUS.

Proteus es una herramienta de software para la simulación y ruteo de circuitos electrónicos desarrollos con micro controladores de varios tipos incluyendo los de Atmel.

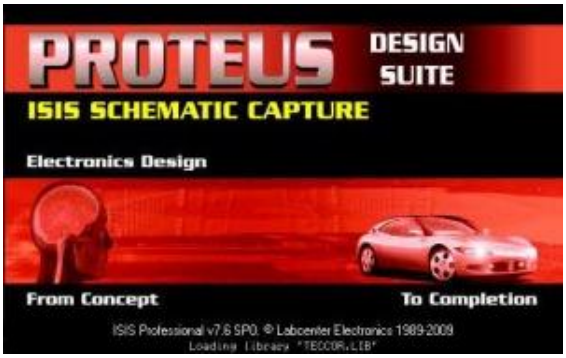

Figura 2-15 Pantalla inicial del programa Proteus

Fuente: Los Autores

3. CAPÍTULO 3: DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN TÉCNICA.

3.1. INTRODUCCIÓN.

Este capítulo describe el uso y características de software y hardware utilizados en esta tesis. Respecto a software se detalla el procedimiento para compilar programas al módulo MINI2440. Así mismo la compilación y ejecución de programas sobre la tarjeta de expansión. Se indica el proceso realizado en software para generar el diseño electrónico del circuito esquemático y circuito impreso de la tarjeta de expansión. Respecto a hardware se exponen las características del módulo MINI2440 y tarjeta de expansión así como el procedimiento de su utilización. Se presenta también las práctica de la guía de laboratorio.

3.2. SOFTWARE.

3.2.1. COMPILADOR DE CÓDIGO ARM LINUX GCC 4.4.3.

Este compilador que se lo debe instalar en un sistema operativo de base Linux-GNU, para este caso este caso se ha instalado en el sistema operativo Ubuntu 10.

A diferencia de los paquetes de instalación de sistemas operativos de Windows, que se abren e instalan con apenas varios clics, el empaquetado de los instaladores de Linux presentan una complejidad mayor, ya que con un solo paquete se puede instalar en distintas distribuciones de Linux, una muy típica es la de extensión ***.tar.gtz***.

Estos son los pasos que describen la instalación del compilador GCC para el micro controlador ARM, el cual permite compilar la programación que se realiza en lenguaje C, para que el módulo MINI2440 logre ejecutarlo.

Para empezar la instalación, se requiere que la cuenta con la que se está trabajando dentro de Ubuntu sea una cuanta de administrador ***root***. Para activar la cuenta de administrador ***root***, ejecute una ventana de terminal, se encuentra en ***Aplicaciones -> Accesorios -> Terminal***[5].

[5] Los menús Pop up de la interfaz gráfica se notará en negrilla cursiva.

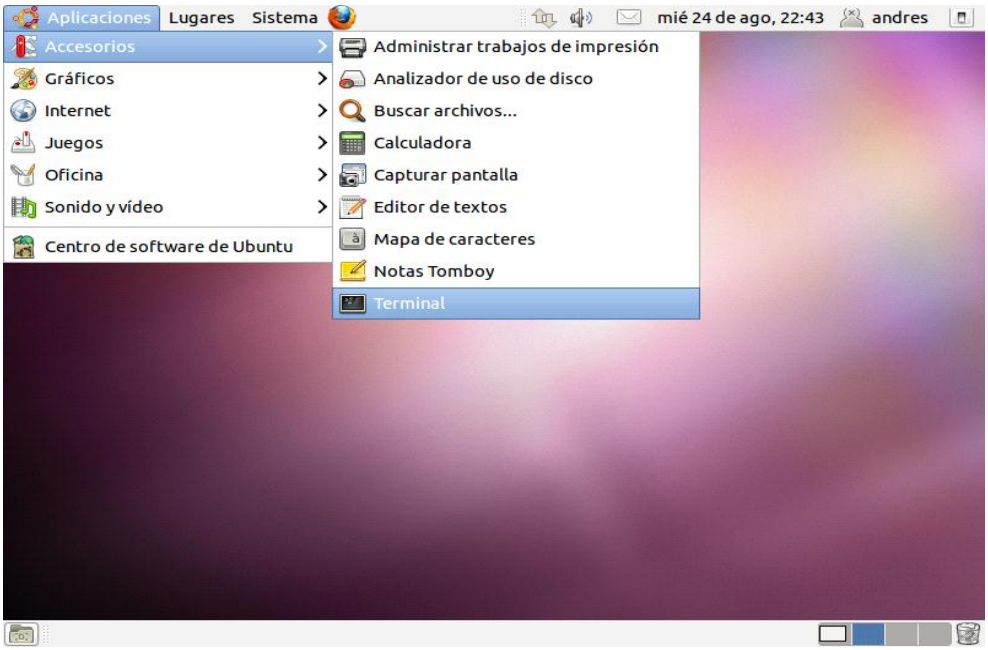

Figura 3-1 Ingreso al terminal de Ubuntu

Fuente: Los Autores

En la ventana del terminal se debe ingresar la siguiente instrucción para activar por primera vez el usuario root:

sudo -u root passwd [6]

Luego de ejecutar la instrucción se debe ingresar la clave de la cuenta con la cual se está trabajando. A continuación se requiere ingresar una clave para el usuario root.

Para acceder al usuario root ingrese el comando:

su -

A continuación se debe cerrar las aplicaciones existentes, para luego ***cerrar la cuenta*** y abrir la nueva cuenta root.

[6] Los comandos ingresados en la consola de Linux se notará en cursiva.

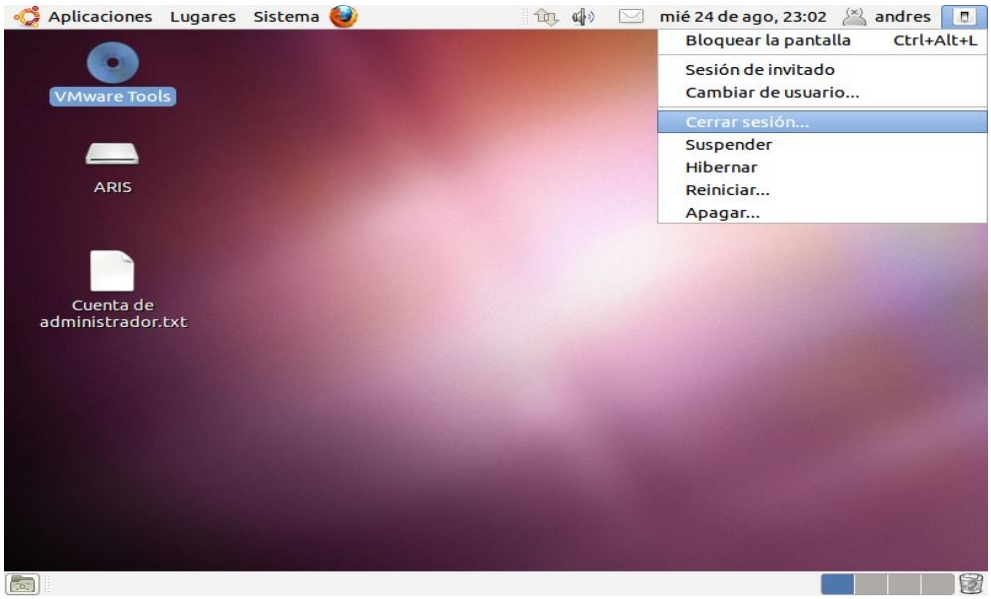

Figura 3-2 Cierre de sesión de usuario

Fuente: Los Autores

Se desplegará una ventana donde se debe presionar la opción ***Otro*** para colocar el nombre de la cuenta root.

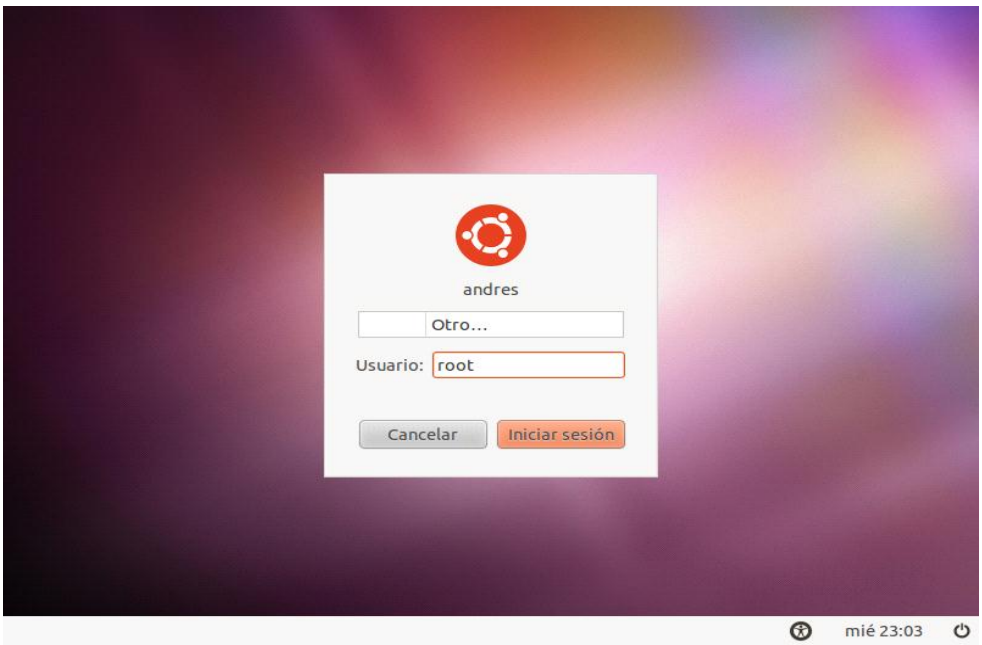

Figura 3-3 Ingreso de nombre para usuario root

Fuente: Los Autores

Luego se requiere ingresar la clave de la cuenta root.

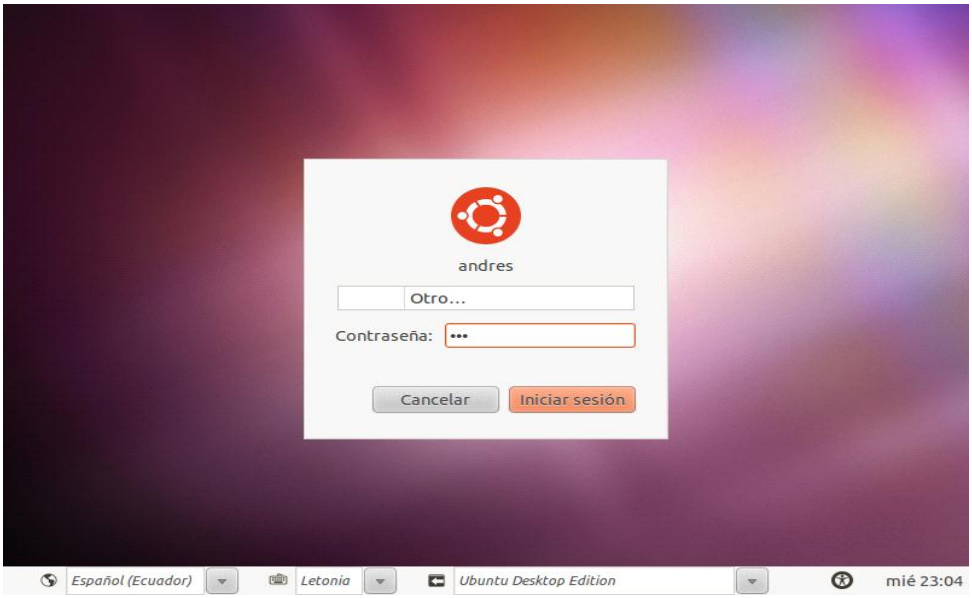

Figura 3-4 Ingreso de contraseña para usuario root

Fuente: Los Autores

Copiar el **paquete arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz** [7] en el disco ***Sistema de Archivos***.

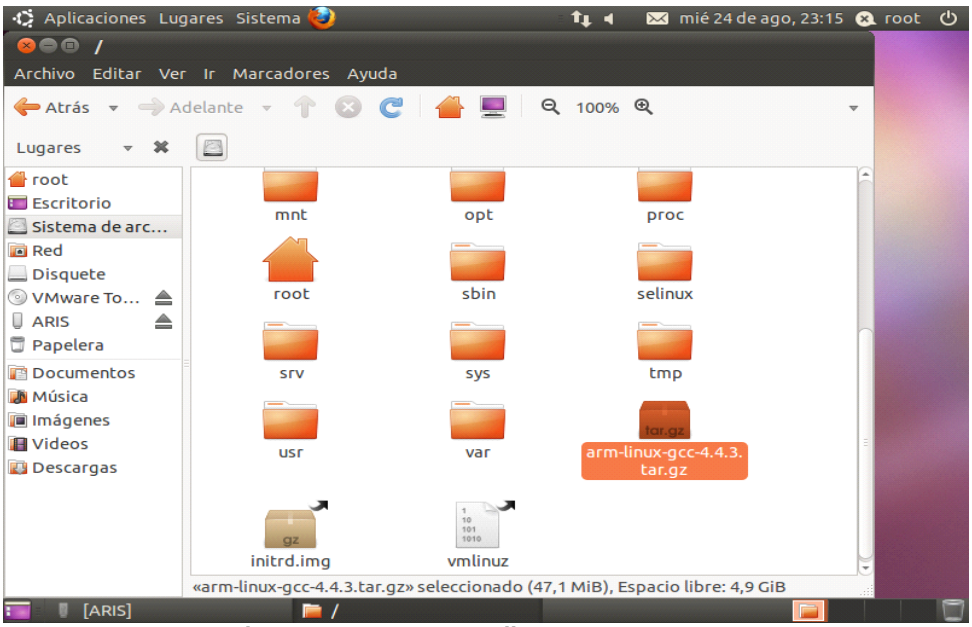

Figura 3-5 Paquete arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz

Fuente: Los Autores

[7] Este paquete se adjunta al documento escrito en el CD de documentación de la tesis.

Luego se debe realizar clic derecho sobre el paquete para seleccionar la opción ***Extraer aquí***.

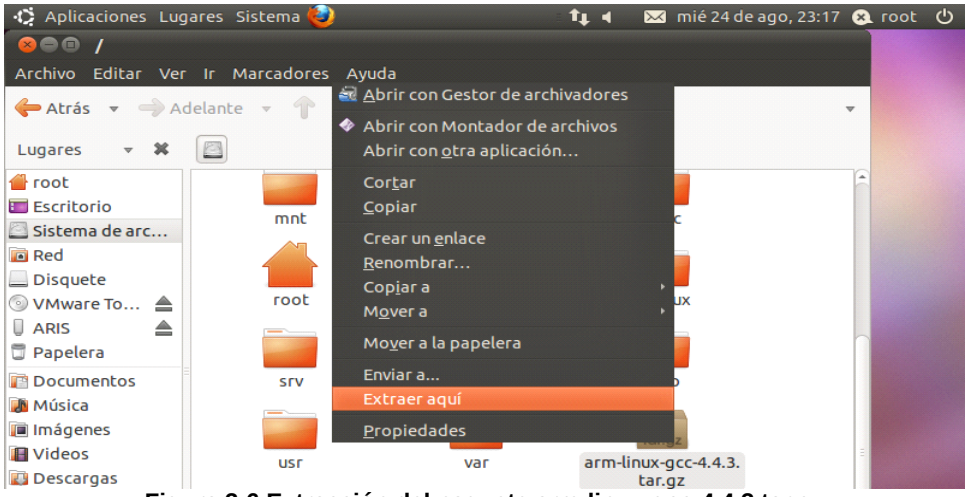

Figura 3-6 Extracción del paquete arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz

Fuente: Los Autores

Se creara la carpeta ***opt***, donde se encuentra el compilador GCC para ARM.

Dentro de la carpeta ***opt / FriendlyARM / toolschain*** se encuentra la carpeta ***4.4.3***, seleccionando la misma y con clic derecho se debe usar la opción ***Copiar***.

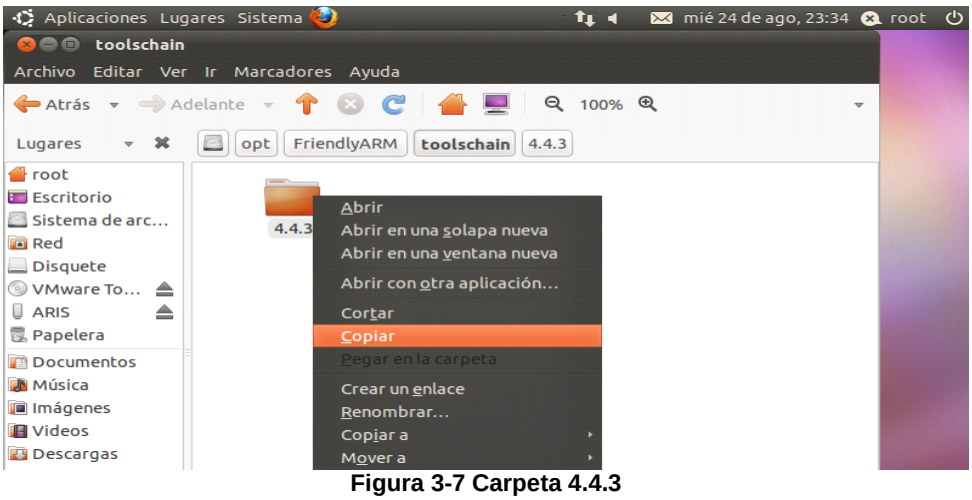

Figura 3-7 Carpeta 4.4.3

Fuente: Los Autores

A continuación se debe abrir el disco, ***Sistema de archivos*** y abrir la carpeta ***usr / local***, para crear una nueva carpeta de nombre ***arm***.

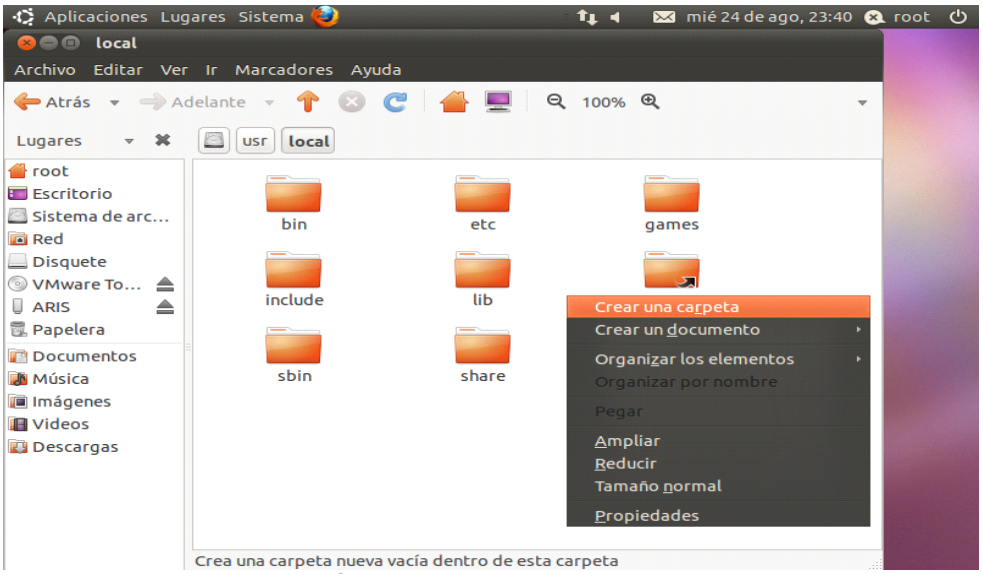

Figura 3-8 Nueva carpeta arm

Fuente: Los Autores

Dentro de la carpeta ***arm*** se debe pegar la carpeta ***4.4.3*** anteriormente copiada.

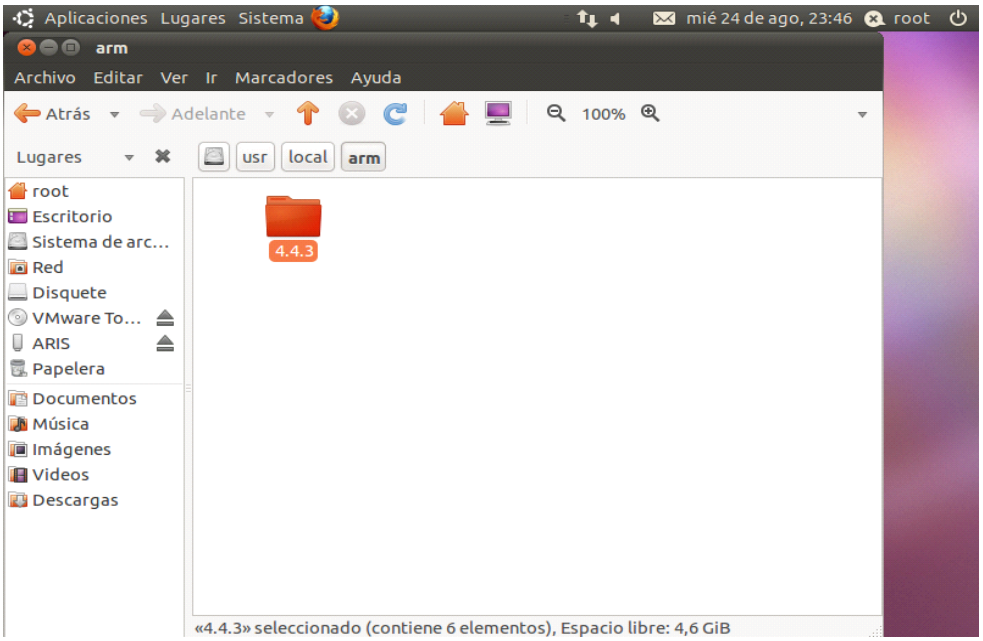

Figura 3-9 Nueva ubicación de la carpeta 4.4.3

Fuente: Los Autores

Esta vez se debe abrir la terminal (consola de linux), para instalar el compilador por medio de comandos.

Ingrese el comando *cd ..*, para abrir el disco del Sistema de archivos, luego ingrese el comando *ls* para desplegar el directorio.

Por medio del comando *cd* se puede acceder dentro de distintas carpetas, entonces para entrar dentro de la carpeta donde se encuentran los archivos del compilador; escriba el siguiente comando:

cd usr/local/arm/4.3.3/bin/

Ahora se ingresa el siguiente comando para instalar el compilador dentro del sistema.

export PATH=/usr/local/arm/4.4.3/bin:$PATH

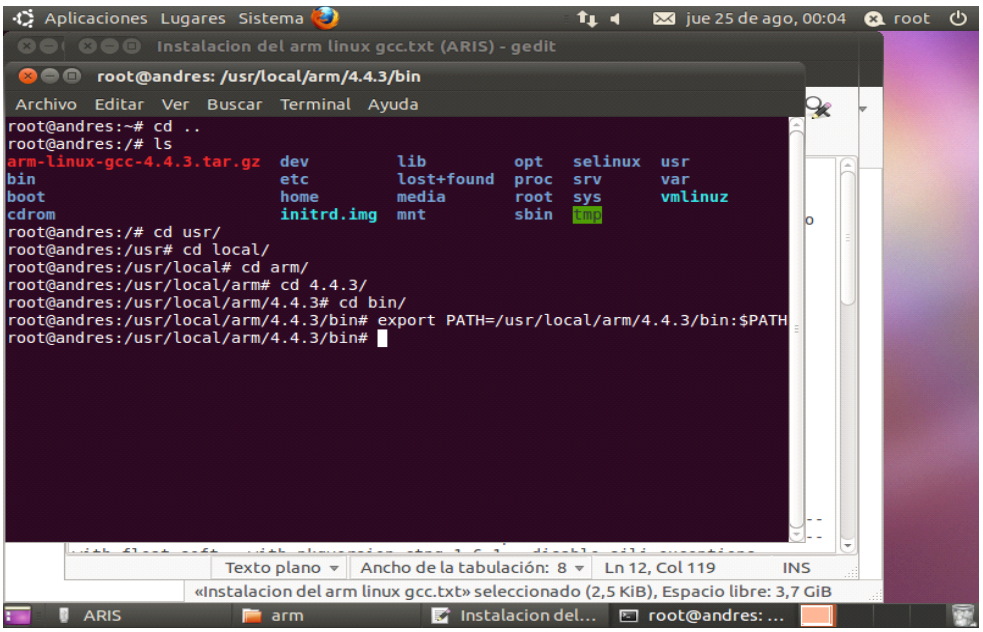

Figura 3-10 Instalación del compilador dentro del sistema

Fuente: Los Autores

Para verificar la instalación ejecute el siguiente comando, con lo cual se mostrara la versión del compilador:

arm-linux-gcc -v

COMPILACIÓN DE PROGRAMAS CON ARM-LINUX-GCC.

Para compilar se deben seguir los siguientes pasos:

1. Una vez ejecutado el programa, se debe acceder una vez más al disco duro raíz mediante las dos líneas de comando de a continuación:
   cd

   cd ..

2. A continuación se debe entrar en la carpeta que contenga el ejemplo de extensión .c
   cd opt/Ejemplos/hello/

3. Colocamos el siguiente comando para desplegar los elementos que se encuentran en la carpeta:
   ls

4. Finalmente se debe compilar el archivo hello.c en un nuevo archivo de nombre hola, que será el ejecutable para el módulo MINI2440. El comando es:
   arm-linux-gcc-4.4.3 -o hola hello.c

5. Ejecute el comando *ls* para verificar que se ha creado un nuevo archivo de nombre *hola*.

En la siguiente imagen se muestra el proceso descrito tanto para ejecutar el compilador y para compilar el ejemplo.

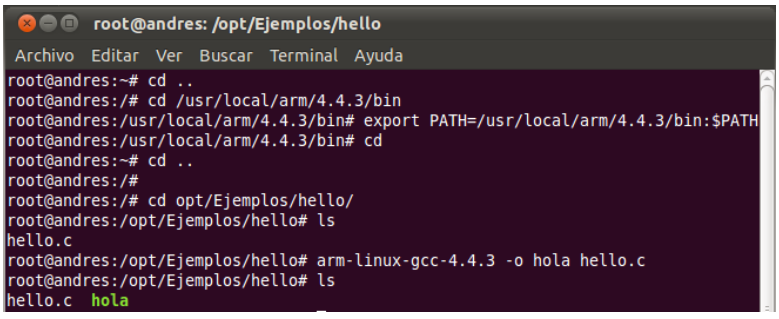

Figura 3-11 Ejecución del compilador GCC-4.4.3

Fuente: Los Autores

3.2.2. BASCOM AVR.

Esta herramienta de software es capaz de compilar y generar un archivo de formato ***.hex*** el cual permite transmitir información binaria para aplicaciones como la programación del micro controlador.

El programa Bascom genera varios archivos, de los cuales se requieren dos; un archivo de formato ***.bas*** que contendrá la programación realizada en lenguaje BASIC y otro archivo de formato ***.hex*** que sirve para cargar en el micro controlador.

FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA.

Al ejecutar el programa se desplegará la ventana de principal de Bascom, que consta de varias barras de herramientas y el área de trabajo donde se escribe la programación.

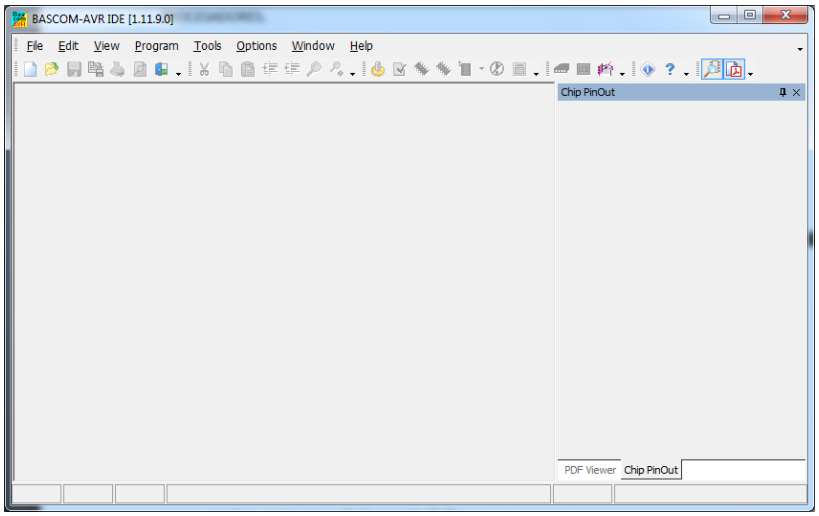

Figura 3-12 Ventana principal de Bascom

Fuente: Los Autores

Para comenzar se debe crear un nuevo archivo, por medio de la barra principal en la opción ***File -> New***.

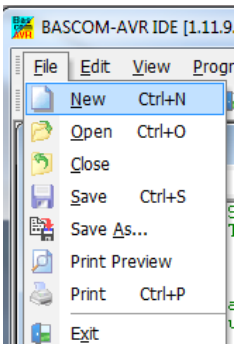

Figura 3-13 Creación de un nuevo archivo

Fuente: Los Autores

En la nueva ventana de trabajo se debe escribir la programación de lenguaje BASIC.

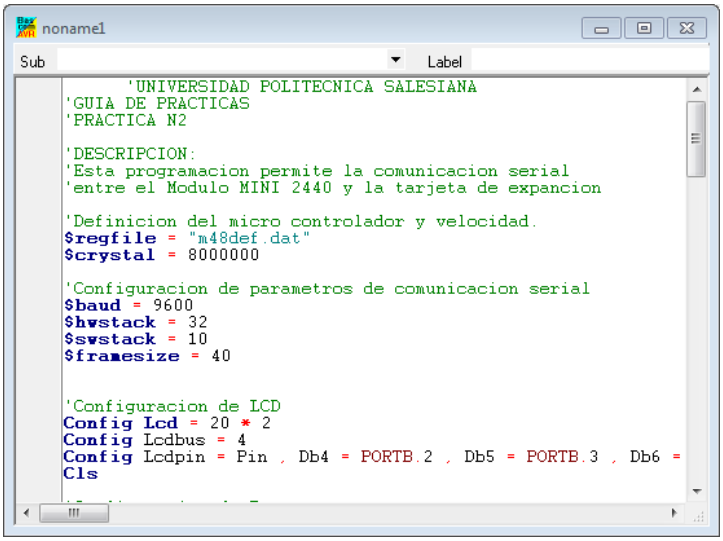
noname1
Sub
Label
'UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
'GUIA DE PRACTICAS
'PRACTICA N2
'DESCRIPCION:
'Esta programacion permite la comunicacion serial
'entre el Modulo MINI 2440 y la tarjeta de expancion
'Definicion del micro controlador y velocidad.
$regfile = "m48def.dat"
$crystal = 8000000
'Configuracion de parametros de comunicacion serial
$baud = 9600
$hwstack = 32
$swstack = 10
$framesize = 40
'Configuracion de LCD
Config Lcd = 20 * 2
Config Lcdbus = 4
Config Lcdpin = Pin , Db4 = PORTB.2 , Db5 = PORTB.3 , Db6 =
Cls

Figura 3-14 Editor de texto de Bascom

Fuente: Los Autores

Una vez terminada la programación es necesario respaldar el documento por medio del icono ***Guardar***, que se encuentra en la ***barra de herramientas***.

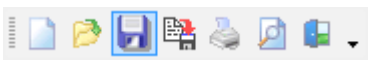

Figura 3-15 Icono guardar

Fuente: Los Autores

A continuación se debe revisar la sintaxis para lo cual se debe ejecutar ***Check Sintaxis***.

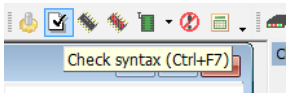

Figura 3-16 Botón Check sintaxis

Fuente: Los Autores

Si la programación se encuentra sin errores se procede a generar el archivo de formato ***.hex*** para cargarlo en el micro controlador. Para generar el archivo pulse el botón ***Compile program***.

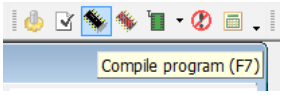

Figura 3-17 Botón Compile program

Fuente: Los Autores

Los archivos de extensión ***.bas*** y ***.hex*** se encuentran en el directorio donde se guarda la programación.

INSTRUCCIONES BÁSICAS DE PROGRAMACIÓN.

En esta parte se describen varias instrucciones del programa Bascom que permiten programar a un micro controlador.

Comando: **$regfile**

Comando que debe estar al comienzo de la programación, ya que indica el micro controlador que se va emplear para el proyecto.

Para indicar el micro controlador se escribe de forma similar a los siguientes ejemplos; Se debe notar que varía el complemento del comando **$regfile** según la serie del micro controlador.

Ejemplos dependiendo del micro controlador a usar:

ATMEGA 48: $regfile = "m48def.dat"

ATMEGA 8: $regfile = "m8def.dat"

ATMEGA 16: $regfile = "m16def.dat"

Comando: **$crystal**

Esta instrucción permite especificar la frecuencia de oscilación a la cual va a operar el micro controlador. Su valor cambia dependiendo del valor del cristal adicional físico al micro controlador o también del cristal interno con el que se vaya a trabajar.

Ejemplo:

Para un cristal de 1Mhz: $crystal = 1000000

Para un cristal de 8Mhz: $crystal = 8000000

Para un cristal de 11.0592Mhz: $crystal = 11059200

Comando: **Config**

Esta instrucción permite configurar el comportamiento de un pin, un puerto o un dispositivo del micro controlador, como entrada o salida de datos.

Ejemplo:

Puerto B como salida: Config portB = output

Pin 0 del puerto A como entrada: Config pinA.0 = input

Pin 1 del puerto C como salida: Config pinC.1 = output

LCD de 20 caracteres y 2 líneas: Config LCD = 20 * 2

Comando: **Wait, Waitms, Waitus**

Instrucción que permite la creación de un retardo, sea en segundos mediante Wait, en milisegundos mediante Waitms o en microsegundos mediante Waitus.

Ejemplos:

Esperar 2 segundos: Wait 2

Esperar 500 milisegundos: Waitms 500

Esperar 300 microsegundos: Waitus 300

Comando: **Do - Loop**

Instrucción que crea un lazo cerrado, donde se ejecutan las instrucciones contenidas indefinidamente.

Comando: **Do – Loop until**

Esta instrucción genera un lazo condicionado por una variable que está contenida dentro del lazo. Esta variable define cuando se termina el lazo, al momento de cumplirse la condición.

Ejemplo:

En el siguiente lazo condicionado se abre cuando la variable A es igual a 5.

```
Do
    A = a + 1
Loop until A = 5
```

Comando: **Toggle**

Esta instrucción permite complementar el estado de una variable o un pin de un puerto.

Ejemplo:

Complementa el Puerto B: Toggle PortB.0

Comando: **Dim**

Comando utilizado para crear y dimensionar una variable que se va a utilizar en la programación.

Los tipos de variables que se pueden crear son:

Tipo de Variable	Dimensión
Bit	0 – 1
Byte	0 a 255
Word	0 a 65535
Long	-2147483648 a 2147483648
Integer	-32768 a32767
Single	1.5×10^{-45} a 3.4×10^{38}
String	Cadena de caracteres máximo 254
Array	Matriz 65535
Double	5.0×10^{324} a 1.7×10^{308}

Tabla 4 Tipos de variables

Fuente: Los Autores

Ejemplo:

Crea la variable X byte: Dim X as Byte

Comando: **Alias**

Este comando permite nombrar a un puerto o un pin de un puerto dentro de la programación.

Ejemplo:

El pin de 0 del puerto B se llama Led: Led Alias PortB.0

Comando: **If – Then; Else**

Instrucción que crea una sentencia condicionada, que se ejecuta de modo afirmativo o caso contrario.

Ejemplo:

Con la siguiente instrucción se crea un lazo donde si, la variable A es igual a 10, A toma el valor de 0, caso contrario se suma 1.

```
If A = 10 Then
        A = 0
Else
        A = A + 1
End If
```

Comando: **For – Next**

Instrucción empleada para ejecutar una o varias tareas repetitivamente, que depende de una variable incremental que se encuentra dentro del lazo.

Ejemplo:

En la siguiente instrucción, el lazo repite la suma de B+1 diez veces.

```
For A = 1 To 10
        B = B + 1
Next A
```

Comando: **Select – Case**

Esta instrucción ejecuta un conjunto de instrucciones que están dentro de un lazo Case, dependiendo del valor de una variable, que indica uno de los posibles casos.

Ejemplo:

En la siguiente programación se imprime el número que tenga la variable Num.

```
Select Case Num
  Case 1 : Print "1"
  Case 2 : Print "2"
  Case 3 To 5 : Print "3-5"
  Case Is >= 10 : Print ">= 10"
  Case Else : Print "No pertenece a ningún caso"
End Select
```

OPERADORES MATEMÁTICOS.

Suma: c = a + b

Resta: c = a - b

Multiplicación: c = a * b

División: c = a / b

Residuo: c = a MOD b

OPERADORES DE RELACIÓN.

= Igual, A = B

< Menor que, A < B

> Mayor que, A > B

<= Menor igual, A <= B

>= Mayor igual, A >= B

OPERADORES LÓGICOS.

AND Conjunción (Y)

OR Disyunción (O)

NOT Complemento (Negación)

XOR Or exclusiva

ESTRUCTURA DE UN PROGRAMA.

Para realizar un programa de alto nivel dentro de Bascom se debe llevar un orden que vincule las instrucciones que se realizarán.

Dependiendo de la complejidad y función del programa se puede tener cuatro etapas:

- Configuraciones y dimensionamiento de variables y subrutinas.
- Programa Principal.
- Subrutinas.
- Tablas de datos.

3.2.3. PROGISP.

Una vez generado el archivo de formato ***.hex***, este se debe cargar en el micro controlador atmega48, empleado en la placa de expansión.

Progisp es el controlador de la programadora USB empleada para cargar la programación dentro del micro controlador atmega48.

Cuando se ejecuta el programa se mostrará la siguiente pantalla.

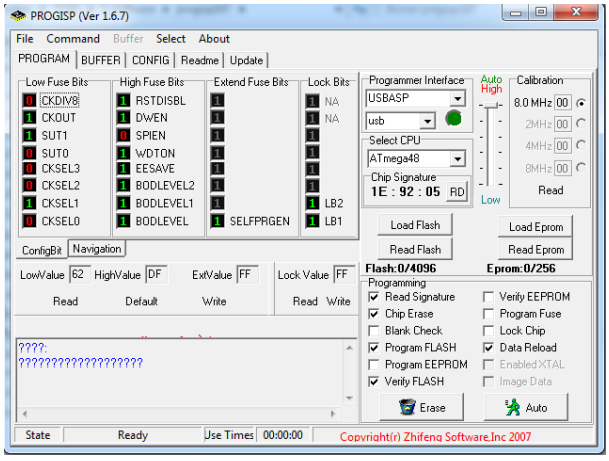

Figura 3-18 Controlador Progisp

Fuente: Los Autores

Para comenzar, se debe elegir el micro controlador donde se va a cargar el archivo de formato ***.hex*** que contiene la programación. En la opción de ***Select CPU***, por medio de la pestaña se debe seleccionar el micro controlador ***atmega48*** empleado en la placa de expansión.

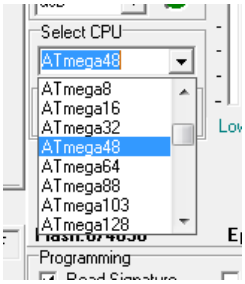

Figura 3-19 Selección del micro controlador

Fuente: Los Autores

A continuación se debe configurar los fusibles del micro controlador. En el menú de ***Low Fuse Bits*** se encuentra la opción ***CKDIV8*** donde se coloca un 1, de modo que inhabilita la división del reloj interno para 8.

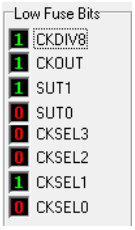

Figura 3-20 Menú Low Fuse Bits

Fuente: Los Autores

En el menú ***High Fuse Bits***, en la opción ***SPIEN*** debe estar siempre en 0, para poder seguir borrando y regrabando el micro controlador, caso contrario se bloquea la programación serial.

Figura 3-21 Menú High Fuse Bits

Fuente: Los Autores

En el menú ***Programming***, configure los vistos como se presentan a continuación. Es importante que la opción ***Lock Chip*** se encuentre inhabilitada ya que si se lo habilita se realizará el Bloqueo del chip.

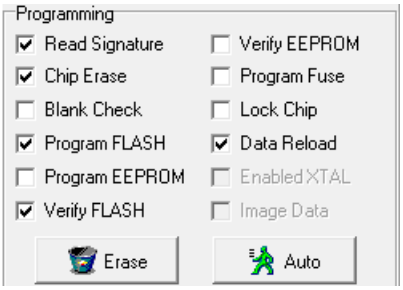

Figura 3-22 Menú Programming

Fuente: Los Autores

Una vez configurados los fusibles, se deben buscar el archivo ***.hex*** en el directorio donde se encuentre guardado para ser cargado en el micro controlador. Por medio del botón ***Load Flash***.

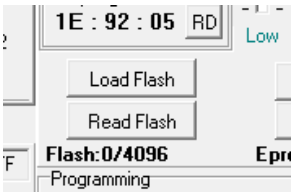

Figura 3-23 Botón Load Flash

Fuente: Los Autores

Antes de cargar el programa es necesario conocer, los pines de la programadora. Estos deben estar conectados a los mismos pines del micro controlador. A continuación se muestra los pines de la programadora y también del micro controlador atmega48.

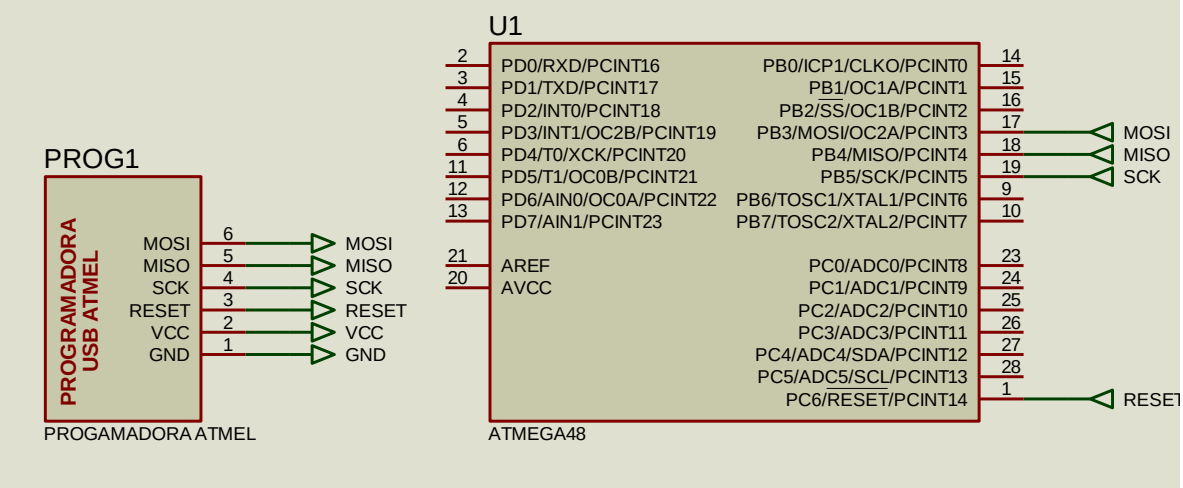

Figura 3-24 Pines de configuración de la programadora USB ATMEL

Fuente: Los Autores

Una vez cargado el archivo y configurado físicamente las conexiones entre pines de programadora y micro controlador se procede a cargarlo por medio del botón ***Auto***. Es importante no desconectar la programadora antes de que termine el proceso de grabado o el micro podría sufrir daños.

Figura 3-25 Icono Auto

Fuente: Los Autores

3.2.4. PROTEUS.

ISIS.

Para el diseño esquemático electrónico, el programa ISIS de Proteus, representa una herramienta muy útil ya que tiene una gran variedad de dispositivos y elementos electrónicos dentro de su biblioteca.

En la ventana principal del Programa ISIS se presentan varias partes principales:

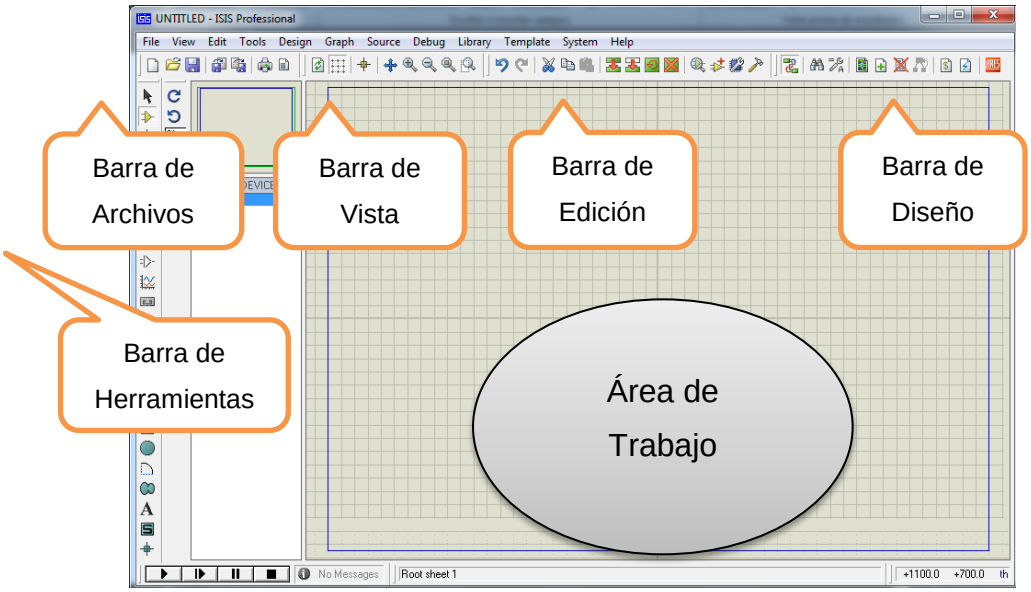

Figura 3-26 ventana principal de ISIS

Fuente: Los Autores

Para empezar se debe configurar el tamaño de la área donde se va a trabajar, al ser un circuito con varios elementos se requiere de una área grande. Para configurar se debe dirigir a la barra principal en ***System -> Set Sheet Sizes***.

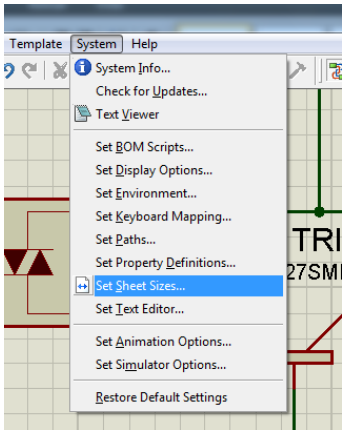

Figura 3-27 Configuración del tamaño del área

Fuente: Los Autores

Se desplegara una nueva ventana donde se puede seleccionar el formato que se considere apropiado para el proyecto. Para este esquema se usó el formato ***A3***.

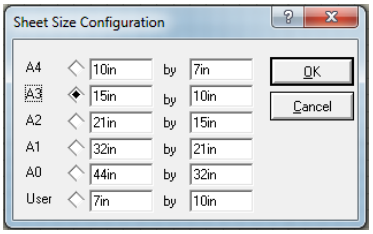

Figura 3-28 Selección del formato

Fuente: Los Autores

A continuacion se procede a buscar los elementos electrónicos que se van a emplear en el diseño de la placa. Para ello se busca el icono ***Component Mode*** en la barra de herramientas.

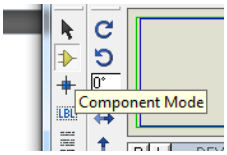

Figura 3-29 Icono Component Mode

Fuente: Los Autores

Una vez pulsado el icono ***Component Mode***, se debe dirigir el cursor a la barra contigua llamada ***DEVICES***, es aquí donde se creara una lista con todos los componentes que se emplearan en la realización de la placa de expansión.

Para buscar los elementos y dispositivos electrónicos en la biblioteca se debe presionar el botón de icono con letra ***P*** (Pick from Libraries).

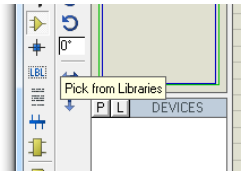

Figura 3-30 Icono Pick from Libraries

Fuente: Los Autores

A continuación se muestra una ventana de nombre ***Pick Devices***, donde se encuentra todos los elementos que dispone el paquete de Proteus.

Dentro de esta ventana se encuentran un buscador de nombre ***Keywords***, donde se puede colocar una breve descripción del dispositivo o elemento electrónico que se desee. Además en el menú ***Category*** se encuentra la distribución de elementos electrónicos por tipo.

A la derecha se encuentra el área de resultados ***Results*** donde se muestran los dispositivos disponibles, la librería a cual pertenece y además de una breve descripción de las características del dispositivo.

Adicionalmente en la sub ventana ***Preview*** se muestra el símbolo del dispositivo y el PCB (Placa de circuito impreso), para la posterior creación del PCB.

Es importante que los elementos que se vayan a utilizar para realizar el circuito esquemático en ISIS deban tener el respectivo PCB ya que facilita la creación del Placa de circuito impreso.

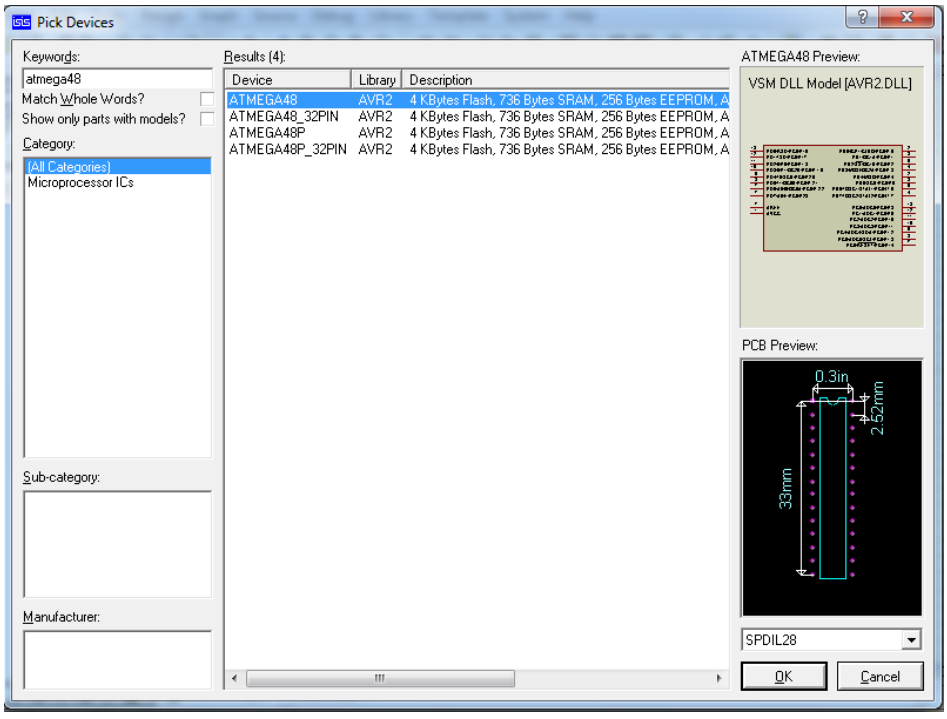

Figura 3-31 Búsqueda y características de los elementos

Fuente: Los Autores

Al terminar de buscar el elemento electrónico, presionamos el botón ***OK*** para añadirlo a la lista de elementos que está en ***DEVICES***.

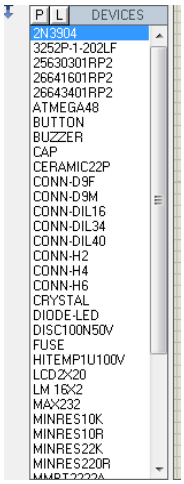

Figura 3-32 Lista de elementos a utilizar

Fuente: Los Autores

Al tener todos los elementos necesarios en la lista de dispositivos, se procede a colocar cada uno en el área de trabajo.

Para crear las conexiones entre los elementos electrónicos se debe dar un clic izquierdo sobre el pin de un dispositivo y luego llevar la conexión a otro pin.

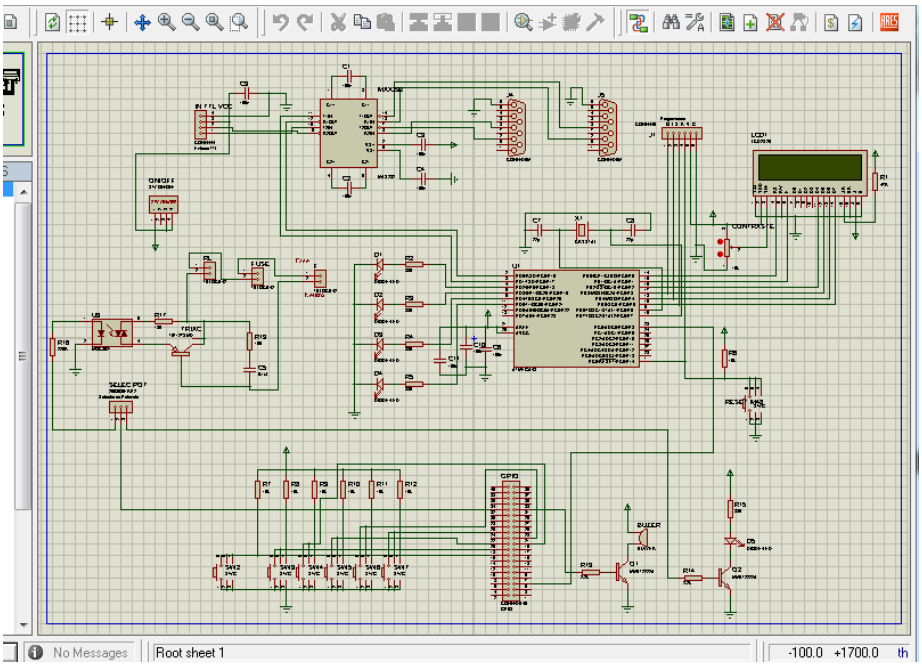

Figura 3-33 Conexión de los elementos electrónicos

Fuente: Los Autores

Una vez terminado el diagrama esquemático de la placa se procede a realizar el PCB.

ARES.

Esta herramienta complementa el programa ISIS ya que ARES permite generar la placa de circuito impreso a partir del diagrama esquemático realizado en ISIS.

Una vez terminado el diagrama esquemático en ISIS, se debe utilizar una función para transferir la información al programa ARES. En la barra principal, en el menú ***Tools*** se encuentra la opción ***Netlist to ARES***.

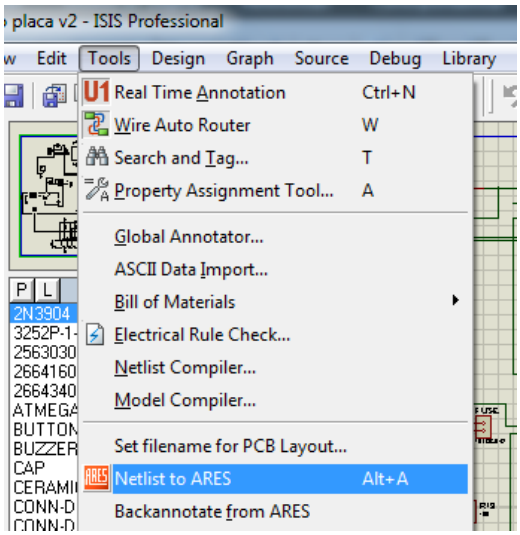

Figura 3-34 Transferencia del archivo ISIS

Fuente: Los Autores

A continuación se desplegará el programa ARES con la misma lista de elementos que ISIS en el submenú ***DEVICES***.

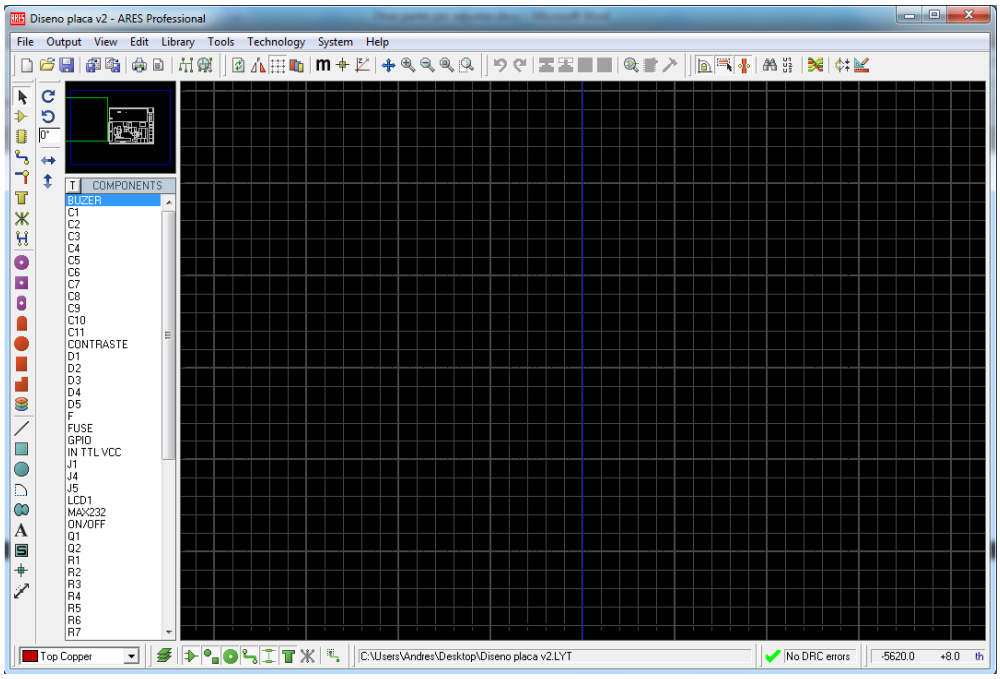

Figura 3-35 Ventana principal de ARES

Fuente: Los Autores

Para continuar se debe crear el área de la baquelita donde se van a montar los elementos electrónicos. Existe un submenú ubicado en la parte inferior de ARES, este tiene una pestaña que permite seleccionar las capas de pistas y también el board o baquelita.

Para crear el área de la baquelita se debe seleccionar la opción ***Board Edge***.

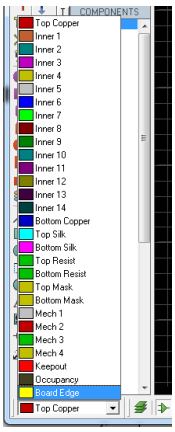

Figura 3-36 Creación del área de la baquelita

Fuente: Los Autores

A continuación en la barra vertical ubicada en la parte inferior izquierda de ARES se debe seleccionar la opción **2D Graphics Box Mode**, que permite crear un área de forma cuadrada sobre el área de trabajo.

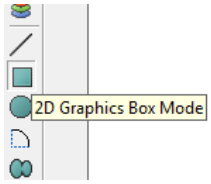

Figura 3-37 Icono 2D Graphics Box Mode

Fuente: Los Autores

Seleccionadas las opciones ***2D Graphics Box Mode*** y ***Board Edge***, se debe dirigir el puntero sobre el área de trabajo de ARES para crear la baquelita, mediante un clic izquierdo que será el punto de inicio del cuadrado y con otro clic izquierdo sobre otro punto para terminar. El borde de la baquelita será de color amarillo.

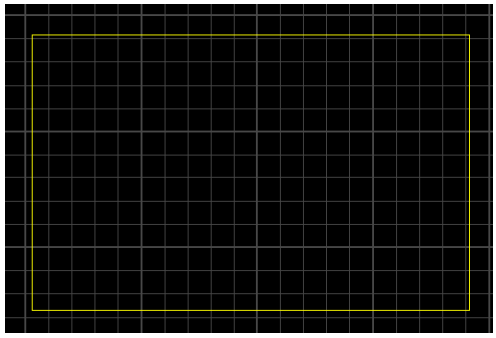

Figura 3-38 Área de la baquelita

Fuente: Los Autores

Una vez creada el área del board que va a contener a los elementos electrónicos, se debe ubicar de uno en uno los elementos de modo ordenado y coherente a lo que se esté diseñado.
Para empezar a ordenar los elementos se debe seleccionar el botón ***Component Mode***.

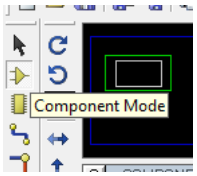

Figura 3-39 Icono Component Mode

Fuente: Los Autores

A continuación se deben desplegar los elementos en el submenú ***DEVICES***.

Para colocar los elementos electrónicos sobre el board, se debe seleccionar los elementos en el submenú ***DEVICES*** y luego colocarlos mediante un clic izquierdo dentro del área de color amarilla, que representa el board.

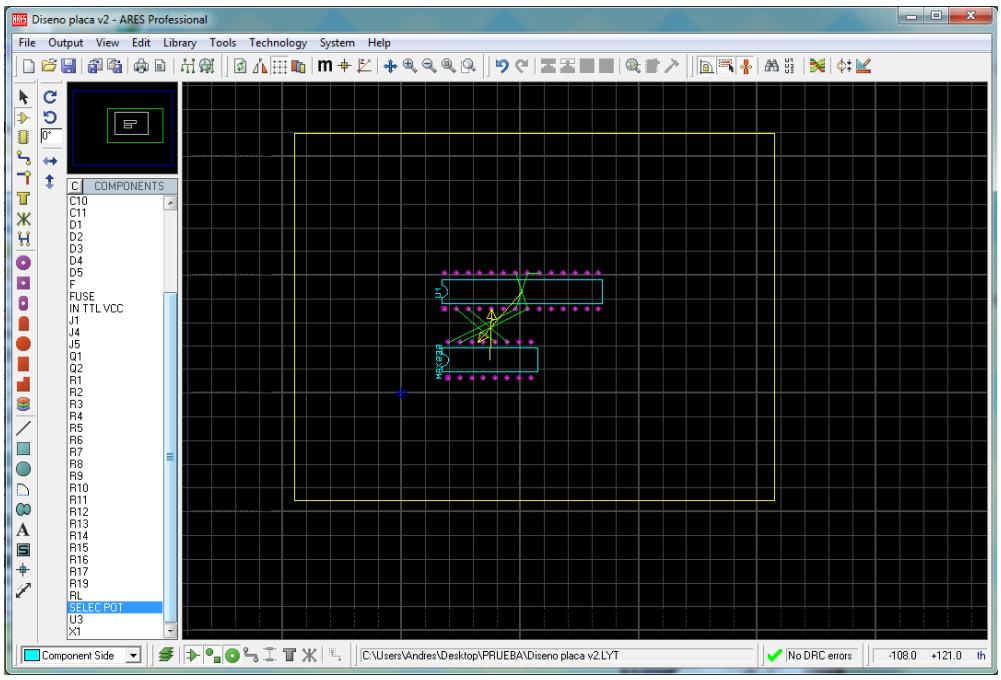

Figura 3-40 Ubicación de los elementos

Fuente: Los Autores

Una vez terminado de ubicar todos los elementos se procede a generar el ruteo de pistas.

Para esto se utiliza la función ***Auto Router*** que se encuentra dentro de la barra principal, el menú ***Tools***.

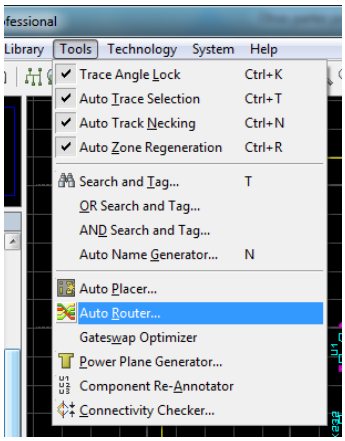

Figura 3-41 Icono Auto Router

Fuente: Los Autores

Luego se despliega una nueva ventana donde se encuentran ciertos parámetros para el ruteo. Para empezar el ruteo se debe presionar el botón ***Begin Routing***.

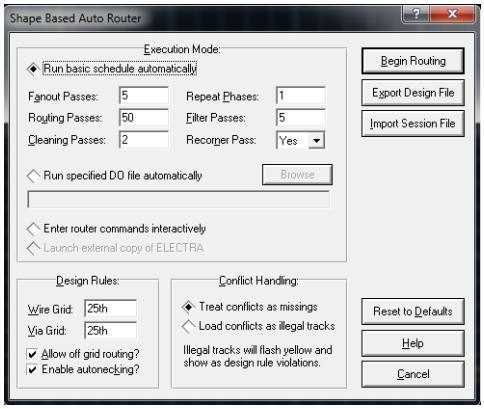

Figura 3-42 Parámetros de ruteo

Fuente: Los Autores

Se debe esperar un tiempo mientras el programa se encarga de realizar el ruteo. Si existen inconvenientes o errores se debe colocar los elementos con una posición diferente o con espacios más amplios para que el programa logre trazar las pistas sin errores.

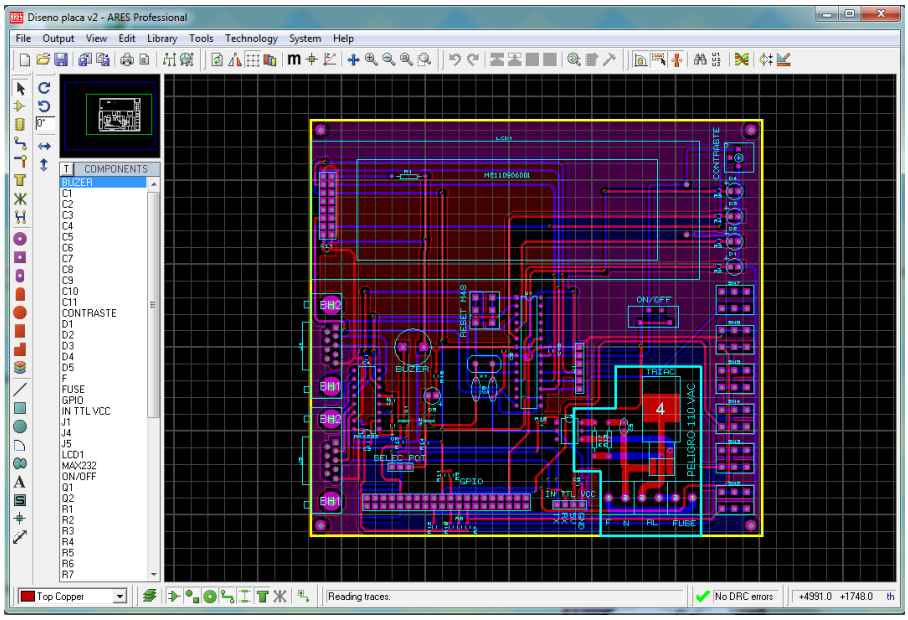

Figura 3-43 Ruteo en ARES

Fuente: Los Autores

3.3.HARDWARE.

3.3.1. MÓDULO MINI2440.

3.3.1.1. BREVE INTRODUCCIÓN.

El MINI2440 es una placa de desarrollo eficiente para el funcionamiento de varias aplicaciones. Basado en el micro controlador Samsung S3C2440, los estudiantes deben ser competentes en el sistema operativo Linux.

3.3.1.2. CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE DEL MÓDULO MINI2440. [9]

Según la documentación proporcionada por el fabricante, Friendly ARM, las características de hardware del módulo MINI2440 son:

CPU.

- Samsung S3C2440A, 400 MHz de frecuencia principal, 533Mhz de frecuencia pico.

SDRAM.

- 64M SDRAM a bordo.
- 32 bits de datos.
- Frecuencia de reloj SDRAM, máximo 100MHz.

Memoria Flash.

- 1G NAND Flash no volátil.
- 2M NOR Flash no volátil.

LCD.

- pantalla de 3.5 pulgadas.
- Tamaño de pantalla: 1024 x 768 píxeles.

Interfaces y Recursos.

- Un puerto Ethernet con una interfaz RJ-45.
- 3 puertos seriales.
- Un host USB.
- Un puerto USB esclavo.
- Una interfaz de la tarjeta SD.
- Una interfaz de salida de audio estéreo, una interfaz de MIC.
- Una interfaz JTAG.
- 4 indicadores LED de usuario.
- 6 botones de usuario.
- Un timbre de control PWM.
- Una resistencia ajustable, utilizada para prueba de conversión AD.
- Un bus I2C AT24C08.
- Una interfaz de la cámara.

RTC.

- Reloj interno en tiempo real, batería de respaldo.

Interfaces de expansión.

- Una interfaz GPIO 34pin 2.0mm.
- Un sistema de 40pin 2.0mm interfaz de bus.

Dimensión.

- 100 x 100 (mm).

Sistema Operativo.

- Linux 2.6.13.
-WindowsCE.NET 5.0.

3.3.1.3. RECURSOS DE HARDWARE.

Según la documentación proporcionada por el fabricante (ARM, Friendly ARM Mini2440) [9], los recursos de hardware que se utilizan son:

Puentes.

Sólo hay un puente (J2), se utiliza para seleccionar el voltaje de entrada de la tarjeta para el manejo del LCD.

Interfaces.

El diseño de las interfaces de los MINI2440 se muestra en la figura 3-44.

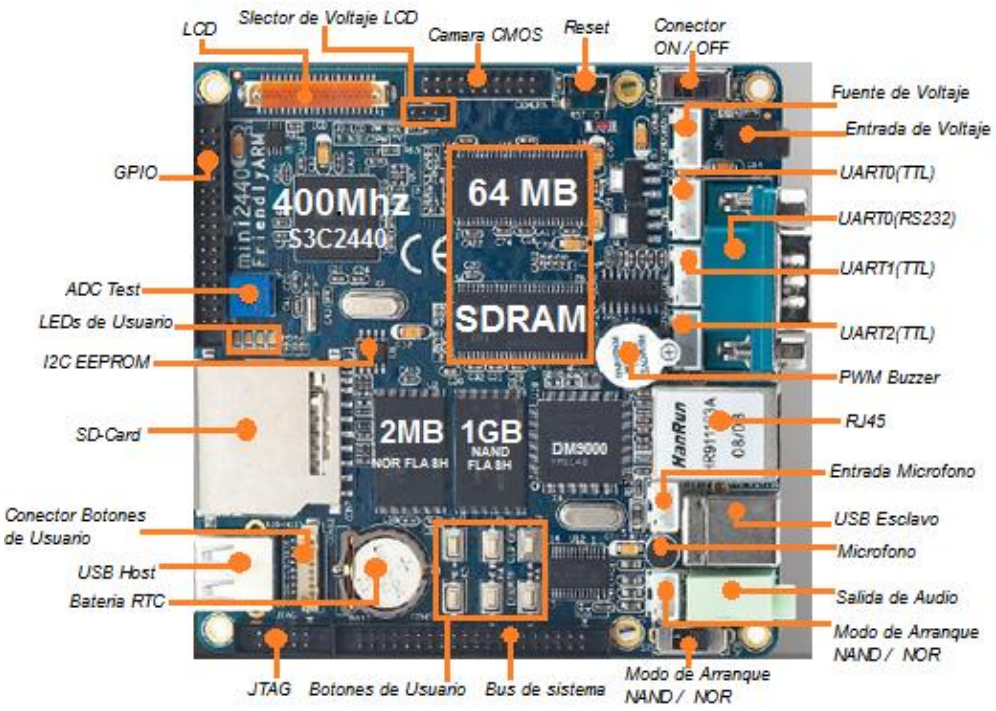

Figura 3-44 Interfaces del módulo MINI2440

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

SDRAM.

El módulo MINI2440 utiliza dos chip SDRAM de 32 MB (modelo: K4S561632N-LC75) los mismos que se unen en paralelo para formar un bus de datos de 32 bits con el fin de aumentar la velocidad. El esquema del chip SDRAM se muestra en la figura 3-45.

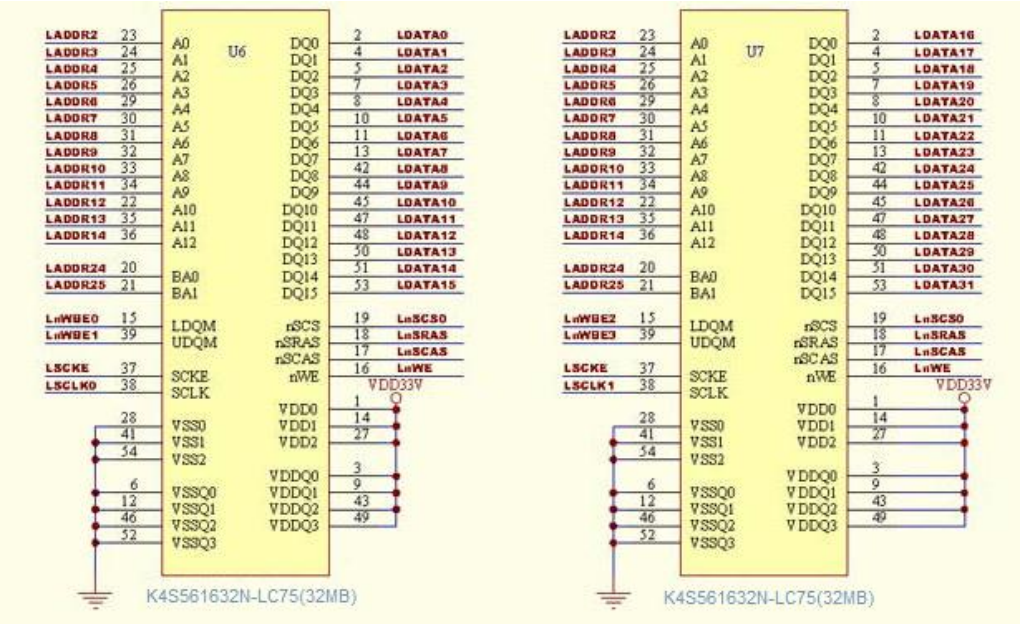

Figura 3-45 Esquema de los chips SDRAM (K4S561632N-LC75)

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Flash de almacenamiento y modo de selección de inicio.

El chip S3C2440 soporta dos tipos de modos de arranque: arranque Nand y Nor flash. El módulo MINI2440 utiliza dos chips de almacenamiento flash. Nand Flash (modelo: K9K8G08UOA-P) de 1 GB y Nor Flash (modelo: S29AL016J70TFI02) de 2 MB. Los Modos de arranque y flash de almacenamiento se muestran en la figura 3-46.

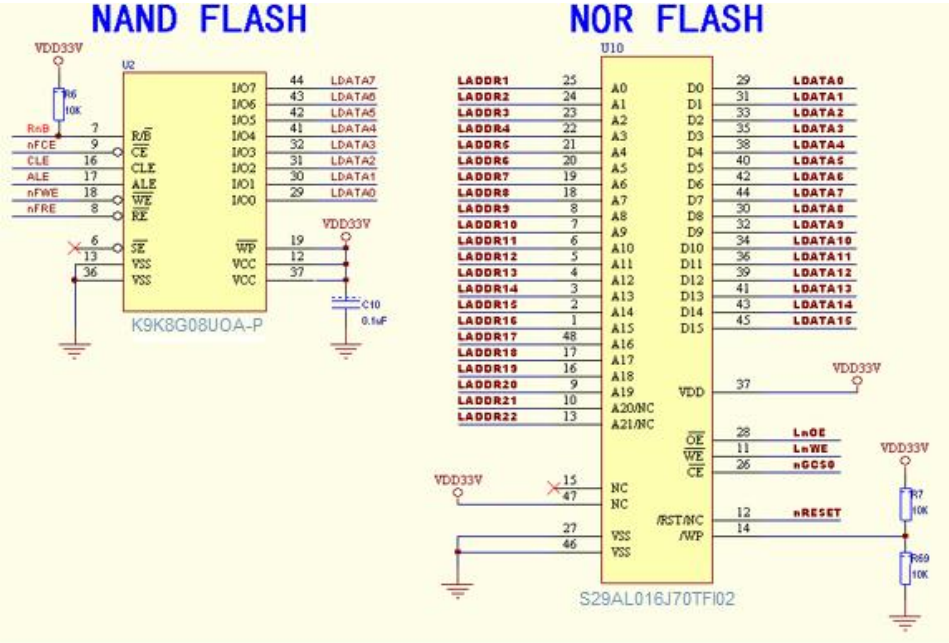

Figura 3-46 Modos de arranque y flash de almacenamiento

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Sistema de alimentación.

El MINI2440 utiliza un sistema de alimentación muy sencillo, una fuente de alimentación directa de 5V mediante el adaptador, a través de varios reguladores de voltaje se reduce el voltaje a 3.3 V, 1.8 V y 1.25V, el sistema de alimentación se muestra en la figura 3-47.

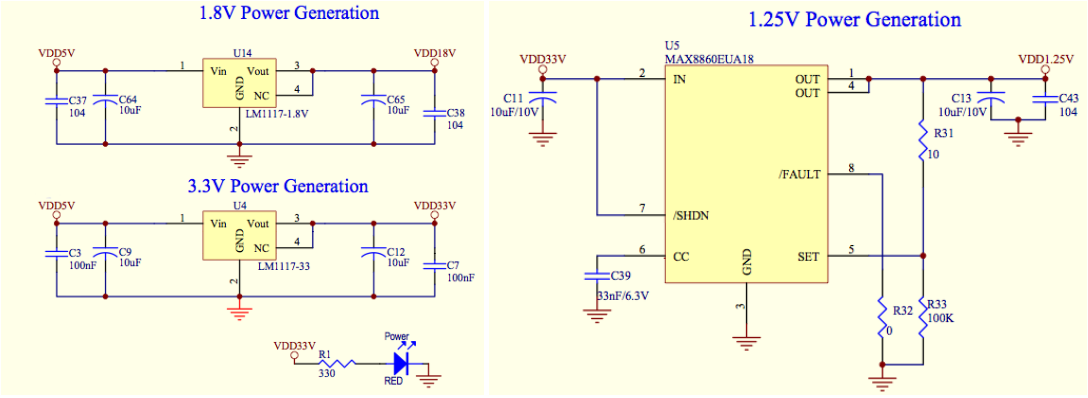

Figura 3-47 Fuentes de voltaje de 3.3, 1.8 y 1.25 Voltios

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Para la comodidad de conectar otra fuente de alimentación, en el MINI2440 se tiene el CON8. Es un conector de 4 pines, la primera y la última pines son 5V, y los otros dos pines GND. El CON8 se muestra en la figura 3-48.

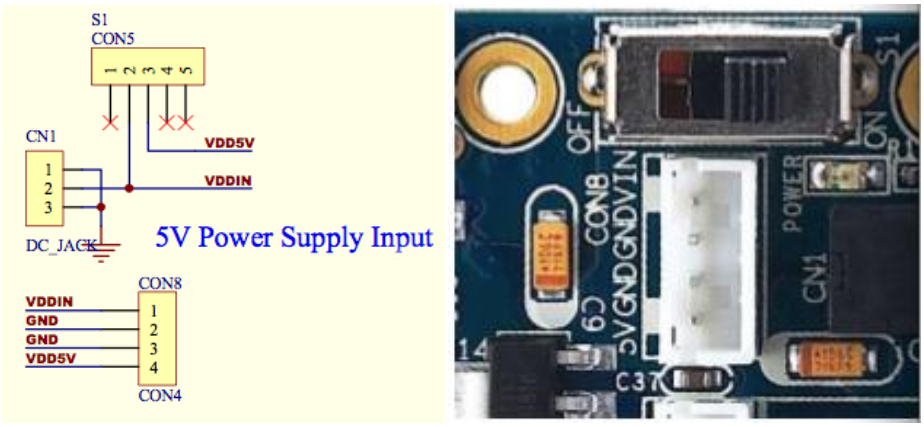

Figura 3-48 CON8 Conector para fuente de alimentación externa

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Circuito Reset.

El circuito integrado MAX811 se utiliza para restablecer el funcionamiento del MINI2440. El circuito reset se muestra en la figura 3-49.

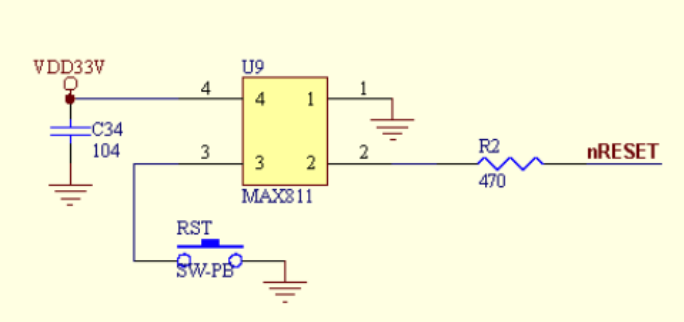

Figura 3-49 Circuito Reset

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

LEDs de Usuario.

El módulo MINI2440 cuenta con 4 LEDs programables, los mismos que están conectados directamente a la interfaz GPIO de la CPU, los LEDS del módulo es un indicador para visualizar el correcto funcionamiento del módulo. Los recursos ocupados por los LEDs se indican en la tabla 5.

Led	GPIO	Nombre en pin de conector.
1	GPB5	LED_1
2	GPB6	LED_2
3	GPB7	LED_3
4	GPB8	LED_4

Tabla 5 Recursos ocupados por los LED

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Botones de Usuario.

El módulo MINI2440 cuenta con 6 botones, que están directamente conectados a la salida de los LEDs. Estos botones pueden ser interfaces para una función especial en alguna otra aplicación, por lo que están conectados a la GPIO y al conector CON12, los botones de usuario se muestra en la figura 3-50.

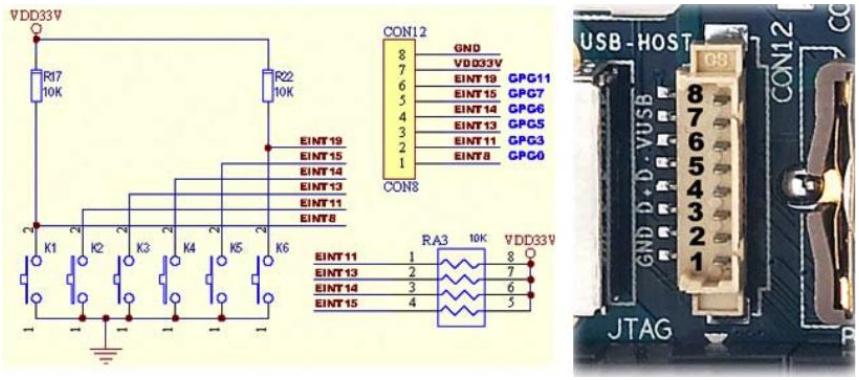

Figura 3-50 Botones de usuario

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

La distribución de los botones en la interfaz GPIO y el conector CON12 se indica en la tabla 6.

Botón	GPIO	CON12
1	GPG0	CON12.1
2	GPG3	CON12.2
3	GPG5	CON12.3
4	GPG6	CON12.4
5	GPG7	CON12.5
6	GPG11	CON12.6
Nota: CON12.7 es fuente de alimentación de 3.3 V y CON12.8 es tierra		

Tabla 6 Distribución de botones de usuario

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Salida Análogo / Digital.

El MINI2440 tiene 4 canales de conversión Análogo / Digital que pueden estar conectados a la salida de los LEDs, los canales se encuentran en la interfaz CON4-GPIO. Para las pruebas de ADC, el AIN0 ha sido relacionado con la resistencia ajustable W1. La salida análogo / digital se muestra en la figura 3-51.

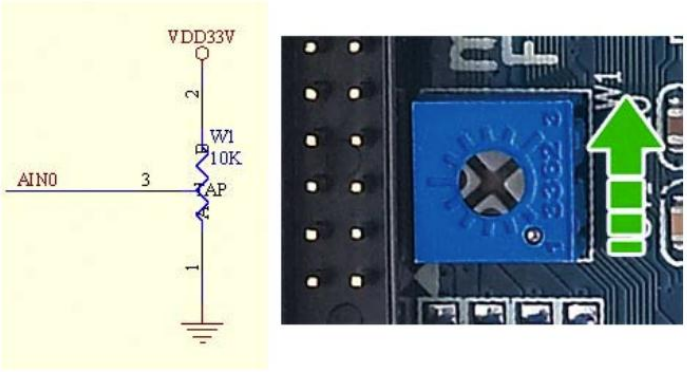

Figura 3-51 Resistencia ajustable W1

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

PWM.

El MINI2440 cuenta con un timbre que se utiliza para las pruebas de PWM. El esquema se muestra en la figura 3-52. El GPB0 se puede configurar como salida PWM.

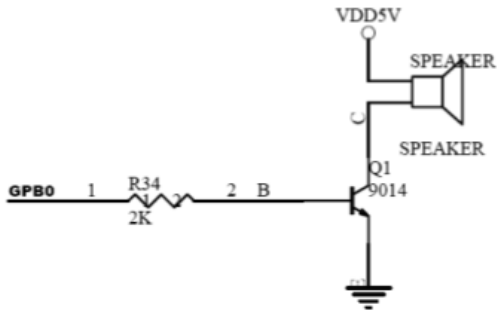

Figura 3-52 Timbre para pruebas del PWM

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Puerto serial.

El módulo MINI2440 cuenta con 3 puertos TTL en serie, es decir, CON1, CON2 y CON3. En la mayoría de las prácticas los puertos se utiliza para enviar (TXD) y recibir (RXD) datos. Para comodidad de los practicantes, CON1 se ha convertido en RS232, los puertos muestra en la figura 3-53.

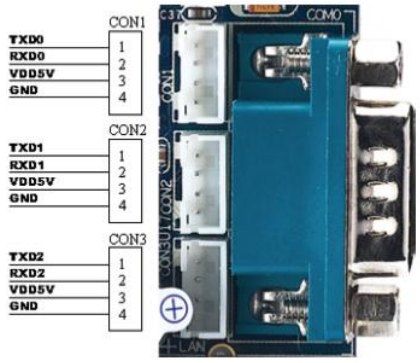

Figura 3-53 Puerto RS232 y puertos TTL

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz USB.

El módulo MINI2440 tiene dos interfaces USB.USB del Host y USB del dispositivo. El USB del Host es el mismo con las interfaces USB en una PC, se puede utilizar para conectar la cámara USB, teclado USB, ratón USB. La interfaz de dispositivo USB se utiliza generalmente para la descarga de programas para la MINI2440, la interface USB se muestra en la figura 3-54.

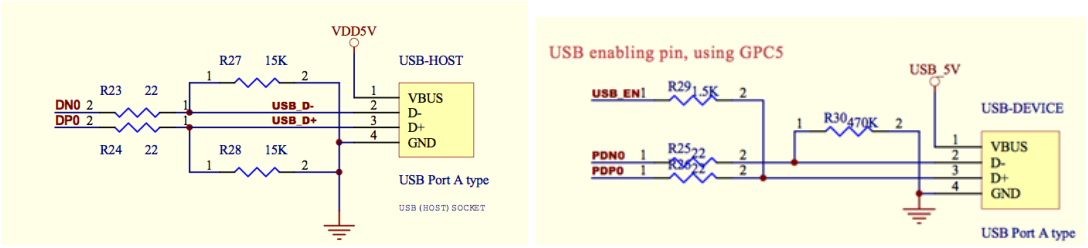

Figura 3-54 Interfaz USB

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz LCD.

El módulo MINI2440 cuenta con una interfaz LCD para la pantalla táctil. Los pines 37, 38, 39, 40 son la interfaz de la pantalla táctil.

El puente J2 es el conductor de voltaje para alimentación del LCD. El voltaje con cual se alimenta el LCD es de 5V, la interfaz LCD se muestra en la figura 3-55.

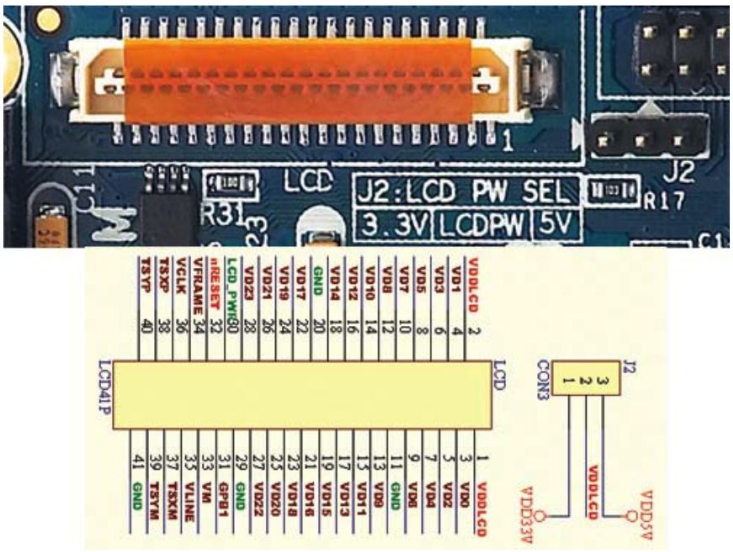

Figura 3-55 Interfaz LCD

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

EEPROM.

En el MINI2440, el chip EEPROM AT24C08 de 256 bytes está conectado a los pines de señal de I2C en la CPU, se utiliza principalmente para probar el bus I2C, el chip EEPROM se muestra en la figura 3-56.

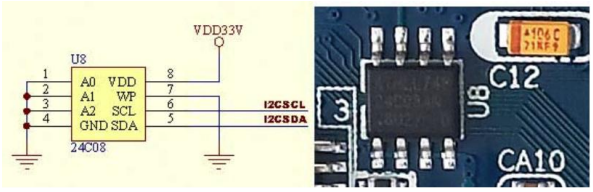

Figura 3-56 Chip EEPROM

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz Ethernet.

El MINI2440 utiliza un chip Ethernet DM9000 autoadaptable y un conector Ethernet RJ45. El conector RJ45 contiene un inductor acoplado para conectar el módulo MINI2440 a un router o switch mediante un cable Ethernet, por lo tanto no es necesario hacer una adaptación para tener conexión a la red, la interfaz Ethernet se muestra en la figura 3-57.

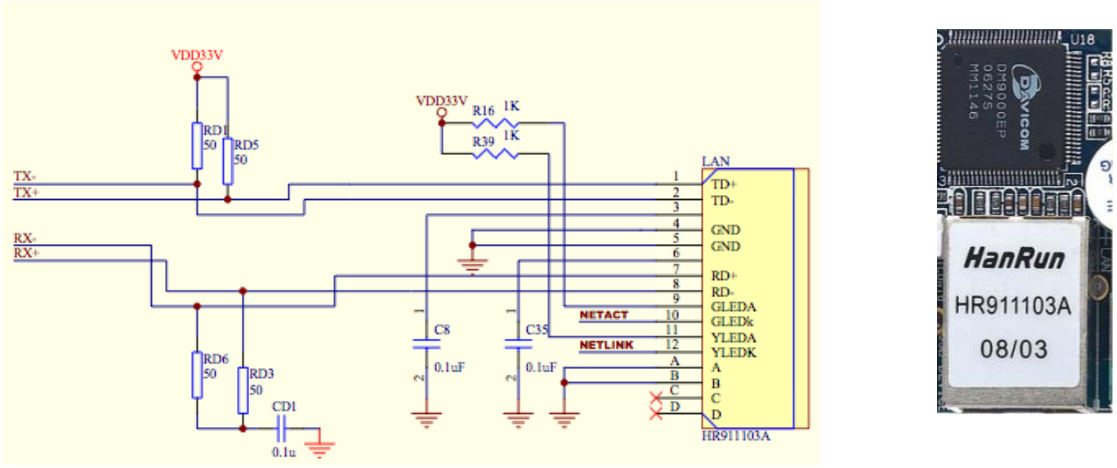

Figura 3-57 Interfaz Ethernet

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz de audio.

El módulo MINI2440 incorpora una interfaz I2S de audio basado en chip UDA1341 se utiliza como CODEC stereo para realizar un sistema de codec de audio. La interfaz de audio se muestra en la figura 3-58.

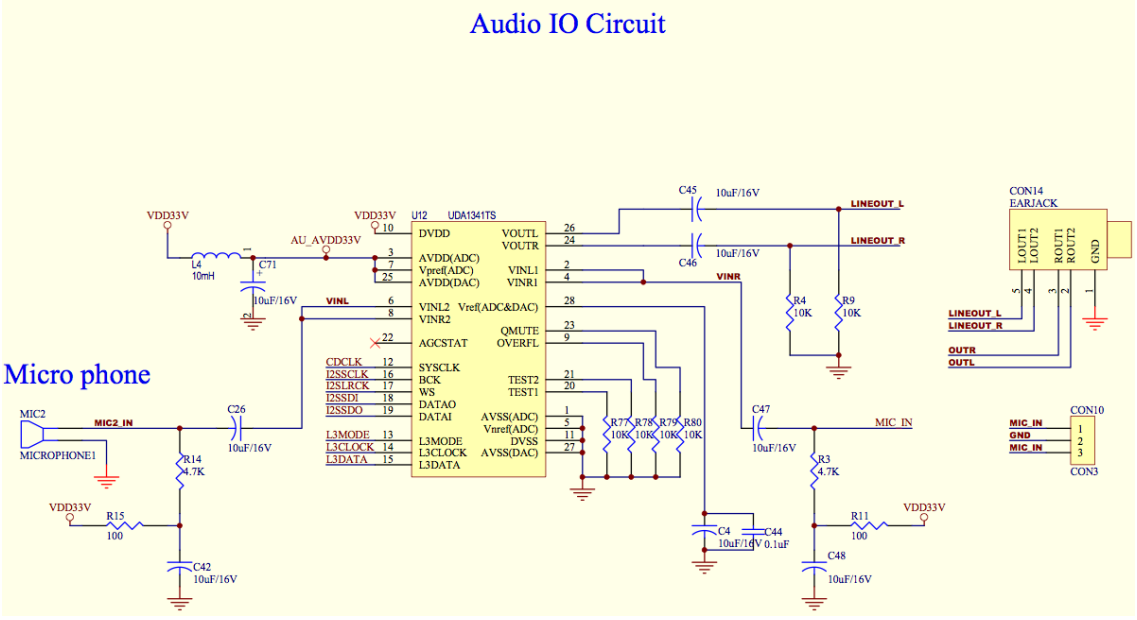

Figura 3-58 Interfaz de audio

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz JTAG.

El MINI2440 tiene una interfaz JTAG de 10 pines que se utiliza para la depuración.

Un JTAG estándar tiene cuatro señales: TMS (Selector de Modo de Testeo), TCK (Reloj de Testeo), TDI (Entrada de Datos de Testeo) y TDO (Salida de Datos de Testeo), la interfaz JTAG se muestra en la figura 3-59.

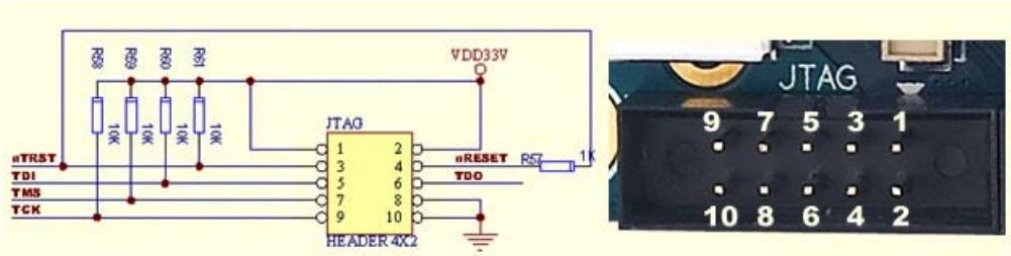

Figura 3-59 Interfaz JTAG

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz GPIO.

GPIO es la abreviatura de Interfaz de Salida/Entrada de Propósito General. En el módulo MINI2440 se representa la interfaz GPIO mediante un conector de 34 pines, nombrado como CON4, la interfaz GPIO se muestra en la figura 3-60.

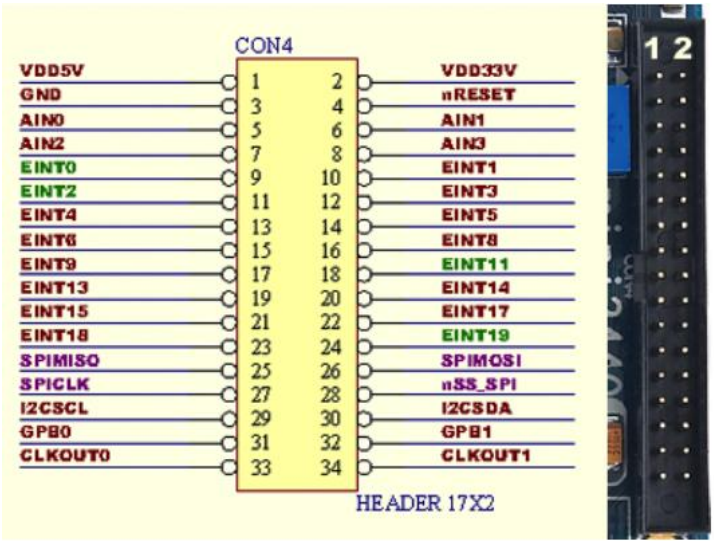

Figura 3-60 Interfaz GPIO

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Los recursos de la interfaz GPIO se detalla en la tabla 7.

Pin	Nombre	Descripción	Pin	Nombre	Descripción
1	VDD5v	5v power (in/out)	2	VDD3.3v	3.3v power (output)
3	GND	Ground	4	NRESET	Reset signal (output)
5	AIN0	AD input cannel 0	6	AIN1	AD input channel 1
7	AIN2	AD input cannel 2	8	AIN3	AD input channel 3
9	EINT0	EINT0/GPF0	10	EINT1	EINT1/ GPF1
11	EINT2	EINT2/GPF2	12	EINT3	EINT3/ GPF3
13	EINT4	EINT4/GPF4	14	EINT5	EINT5/ GPF5
15	EINT6	EINT6/GPF6	16	EINT8	EINT8/ GPG0
17	EINT9	EINT9/GPG1	18	EINT11	EINT11/ GPG3/ nSS1
19	EINT13	EINT13/GPG5/SPIMISO1	20	EINT14	EINT14/ GPG6/ SPIMOSI1
21	EINT15	EINT15/GPG7/SPICLK1	22	EINT17	EINT17/ GPG9/ nRST1
23	EINT18	EINT18/GPG10/nCTS1	24	EINT19	EINT19/ GPG11
25	SPIMISO	SPIMISO/ GPE11	26	SPIMOSI	SPIMOSI/ EINT14/GPG6
27	SPICLK	SPICLK/ GPE13	28	nSS_SPI	nSS_SPI/ EINT10/GPG2
29	I2CSCL	I2CSCL/ GPE14	30	I2CSDA	I2CSDA/ GPE15
31	GPB0	TOUT0/ GPB0	32	GPB1	TOUT1/ GPB1
33	CLKOUT0	CLKOUT0/ GPH19	34	CLKOUT1	CLKOUT1/ GPH10

Tabla 7 Distribución de pines de la interfaz GPIO

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz de la cámara CMOS.

La interfaz de la cámara CMOS es un conector de 10 pines, el módulo (ZT130G2) de la cámara CMOS no contiene ningún circuito. La interfaz CMOS se muestra en la figura 3-61.

Figura 3-61 Interfaz CMOS

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

La distribución de los pines de la interfaz CMOS se indica en la tabla 8.

Pin	Nombre	Función	Pin	Nombre	Función
1	I2CSDA	GPE15	2	I2CSCL	GPE14
3	EINT20	GPG12	4	CAMRST	GPJ12
5	CAMCLK	GPJ11	6	CAM_HREF	GPJ10
7	CAM_VSYNC	GPJ9	8	CAM_PCLK	GPJ8
9	CAMDATA7	GPJ7	10	CAMDATA6	GPJ6
11	CAMDATA5	GPJ5	12	CAMDATA4	GPJ4
13	CAMDATA3	GPJ3	14	CAMDATA2	GPJ2
15	CAMDATA1	GPJ1	16	CAMDATA0	GPJ0
17	VDD3.3v	3.3v power	18	VDD_CAM	VDD_CAM
19	VDD1.8v	1.8v power	20	GND	Ground

Tabla 8 Distribución de pines de la interfaz CMOS

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

Interfaz bus del Sistema.

El MINI2440 tiene un conector CON5 para el bus del sistema, el CON5 contiene 16 cables de datos (D0-D15), 8 cables de dirección (A0-A6, A24) y algunos cables de la señal de control (selección de chip, R / W, reinicio, etc.). La interfaz del bus del sistema se muestra en la figura 3-62.

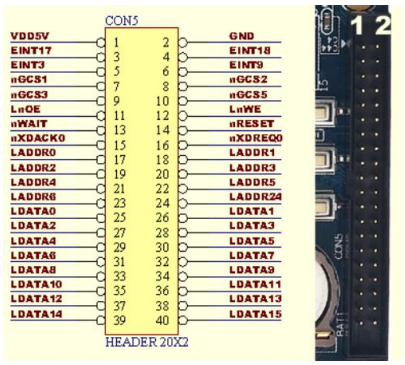

Figura 3-62 Interfaz bus del sistema

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

La distribución de los pines de la interfaz del bus del sistema se indica en la tabla 9.

Pin	Nombre	Descripción	Pin	Nombre	Descripción
1	VDD5v	5v power (in/out)	2	GND	Ground
3	EINT17	Interrupt 17 (input)	4	EINT18	Interrupt 18 (input)
5	EINT3	Interrupt 3 (input)	6	EINT9	Interrupt 9 (input)
7	nGCS1	Chip selection 1	8	nGCS2	Chip selection 2
9	nGCS3	Chip selection 3	10	nGCS5	Chip selection 2
11	LnOE	Read-enable signal	12	LnWE	Write-enable signal
13	nWAIT	Wait	14	nRESET	Reset
15	nXDACK0	nXDACK0	16	nXDREQ0	nXDREQ0
17	LADDR0	Address 0	18	LADDR1	Address 1
19	LADDR2	Address 2	20	LADDR3	Address 3
21	LADDR4	Address 4	22	LADDR5	Address 5
23	LADDR6	Address 6	24	LADDR7	Address 7
25	LADAT0	Data 0	26	LDATA1	Data 1
27	LADAT2	Data 2	28	LDATA3	Data 3
29	LADAT4	Data 4	30	LDATA5	Data 5
31	LADAT6	Data 6	32	LDATA7	Data 7
33	LADAT8	Data 8	34	LDATA9	Data 9
35	LADAT10	Data 10	36	LDATA11	Data 11
37	LADAT12	Data 12	38	LDATA13	Data 13
39	LADAT14	Data 14	40	LDATA15	Data 15

Tabla 9 Distribución de los pines de la interfaz del bus del sistema

Fuente: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf

3.3.1.4. CONJUNTO DE APLICACIONES DEL MÓDULO MINI2440.

Se visualizarán las aplicaciones que incluye el módulo MINI2440. Para visualizar las aplicaciones se utilizará el driver USB para adatar el módulo al computador, y el software "DNW" que permite visualizar las aplicaciones en la pantalla del computador con sistema operativo Windows.

El módulo MINI2440 cuenta con 10 aplicaciones, las cuales hacen uso de diferentes interfaces y elementos del módulo, a continuación se enumera las 10 aplicaciones.

1. Test PWM.
2. RTC Reloj en tiempo real.
3. Test ADC.
4. Test User Buttons.
5. Test Touchpanel.
6. Test módulo LCD o VGA.
7. Test I2C EEPROM.
8. Test Play Music.
9. Test SD Card.
10. Test Cámara CMOS.

Para las pruebas es necesario instalar los siguientes drivers en el computador para el manejo del módulo MINI2440.

Copiar el paquete **usb-downloaddr-setup_20090421.zip**[8] en el escritorio del computador, se debe descomprimir e instalar el driver. Este driver permite adaptar el módulo MINI2440 al computador.

Copiar el paquete **dnw.zip**[9] en el escritorio del computador y se debe descomprimir. Este driver es una aplicación similar al hyperterminal de Windows, el driver permite una comunicación del módulo MINI2440 con el computador mediante los puertos RS232 o USB, en este caso se lo utiliza para enviar datos desde el computador al módulo MINI2440.

[8] Este paquete se adjunta al documento escrito en el CD de documentación de la tesis.
[9] Este paquete se adjunta al documento escrito en el CD de documentación de la tesis.

Pasos para encender el módulo MINI2440:

1. Conecte el módulo MINI2440 hacia la fuente de poder.
2. Conecte el cable serial entre el módulo y el computador.
3. Conecte el cable USB entre el módulo y el computador.
4. Seleccione en modo NOR FLASH mediante el switch S2 del módulo.
5. Conecte la cámara CMOS en la interfaz del módulo.

Se Inicia el software DNW.exe y se Realizan los cambios respectivos de configuración, con los siguientes parámetros:

Puerto Serial. Velocidad de transmisión: 115200
Puerto: COM # (verificar su puerto de conexión)

Puerto USB. Dirección de descarga 0x30000000

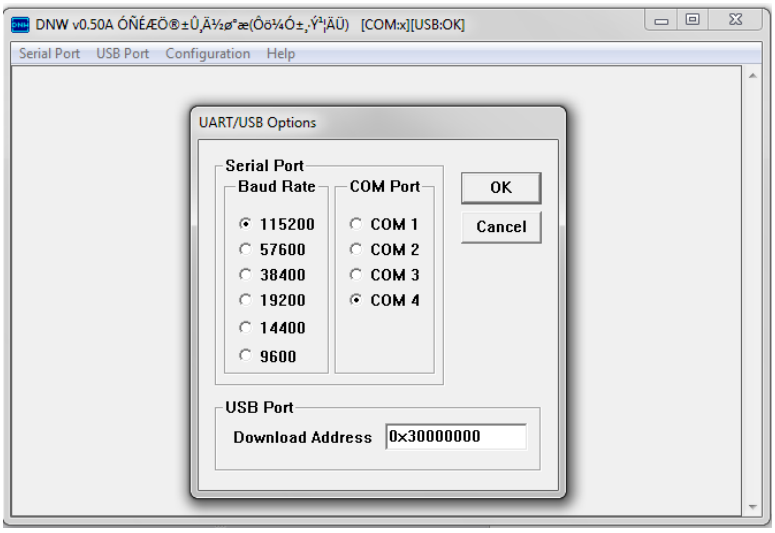

Figura 3-63 Parámetros de configuración del DNW

Fuente: Los Autores

6. Finalmente encienda el módulo MINI2440.

En la interfaz DNW se observará “USB OK”, esto significa que el driver USB está instalado correctamente en su PC, se procese a dar un clic en ***Serial Port -> Connect***, para ingresar al menú configuración del módulo MINI2440.

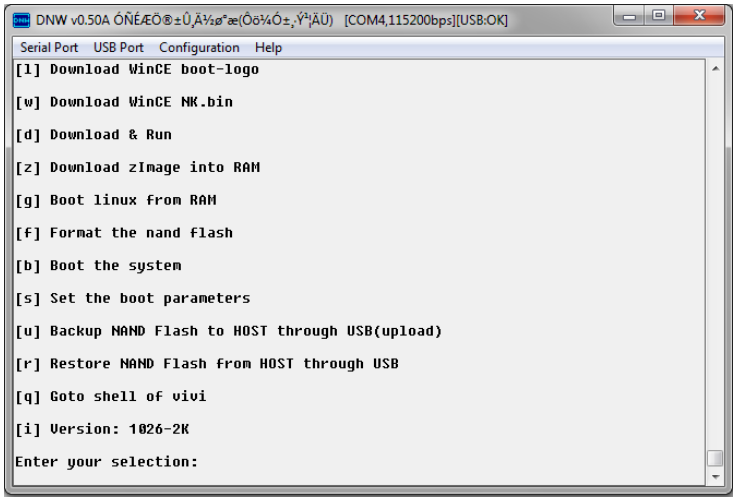
DNW v0.50A ÓÑÉÆÖ®±Û¸Ä½ø°æ(Ôö¾Ó±¸Ý¹¦ÄÜ) [COM4,115200bps][USB:OK]
Serial Port USB Port Configuration Help
[l] Download WinCE boot-logo
[w] Download WinCE NK.bin
[d] Download & Run
[z] Download zImage into RAM
[g] Boot linux from RAM
[f] Format the nand flash
[b] Boot the system
[s] Set the boot parameters
[u] Backup NAND Flash to HOST through USB(upload)
[r] Restore NAND Flash from HOST through USB
[q] Goto shell of vivi
[i] Version: 1026-2K
Enter your selection:

Figura 3-64 Ingreso al menú del módulo MINI2440

Fuente: Los Autores

Se debe seleccione la opción ***[d] Download & Run*** para descargar y correr las pruebas correspondientes a las aplicaciones de la tarjeta.

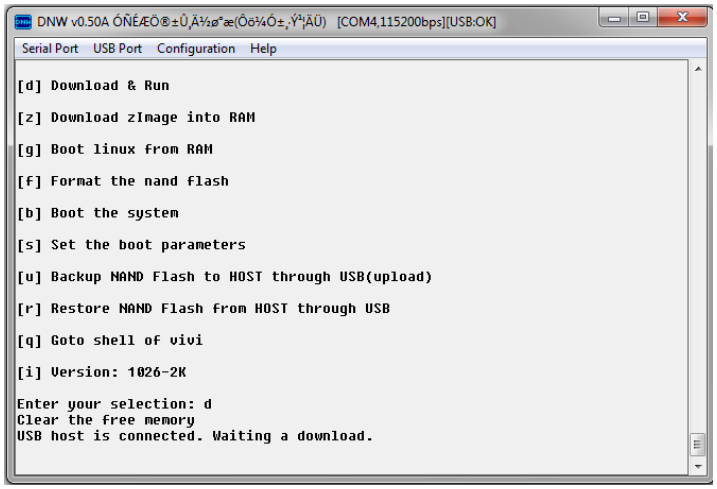
DNW v0.50A ÓÑÉÆÖ®±Û¸Ä½ø°æ(Ôö¾Ó±¸Ý¹¦ÄÜ) [COM4,115200bps][USB:OK]
Serial Port USB Port Configuration Help
[d] Download & Run
[z] Download zImage into RAM
[g] Boot linux from RAM
[f] Format the nand flash
[b] Boot the system
[s] Set the boot parameters
[u] Backup NAND Flash to HOST through USB(upload)
[r] Restore NAND Flash from HOST through USB
[q] Goto shell of vivi
[i] Version: 1026-2K
Enter your selection: d
Clear the free memory
USB host is connected. Waiting a download.

Figura 3-65 Selección [d] “Download & Run”

Fuente: Los Autores

En la interfaz DNW se debe dar un clic en ***USB Port -> transmit/Restore***, para cargar la imagen.

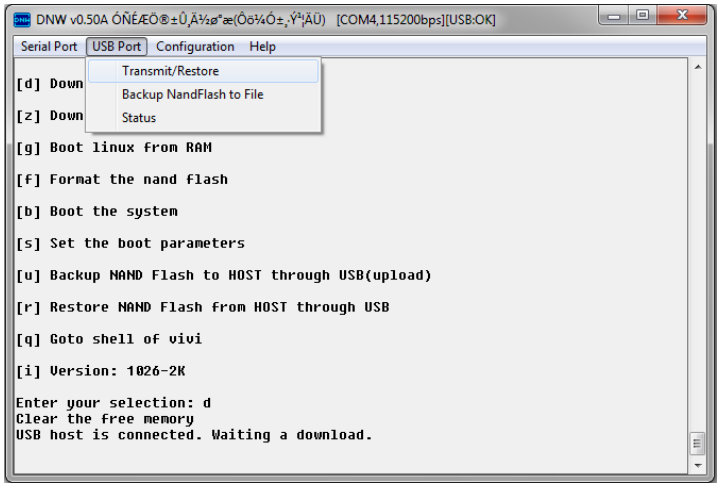

Figura 3-66 Transmisión de datos por USB

Fuente: Los Autores

Ingrese al ***CD -> images***[10] ***-> 2440test*** y seleccione la imagen ***2440test_X35.bin***, esta imagen adapta la pantalla táctil de 3.5 pulgadas al módulo.

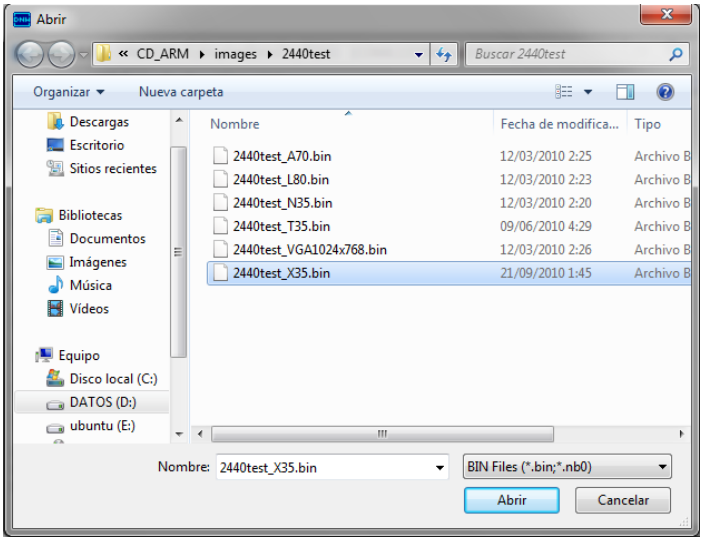

Figura 3-67 Selección de la imagen 2440test_X35.bin

Fuente: Los Autores

[10] Este paquete se adjunta al documento escrito en el CD de documentación de la tesis.

En la Pantalla del módulo MINI2440 se va a observar la siguiente imagen, la cual indica que la pantalla táctil esta calibrada correctamente para uso de las aplicaciones.

Figura 3-68 Pantalla calibrada

Fuente: Los Autores

En la interfaz DNW se observará las 10 aplicaciones residentes en el módulo MINI2440.

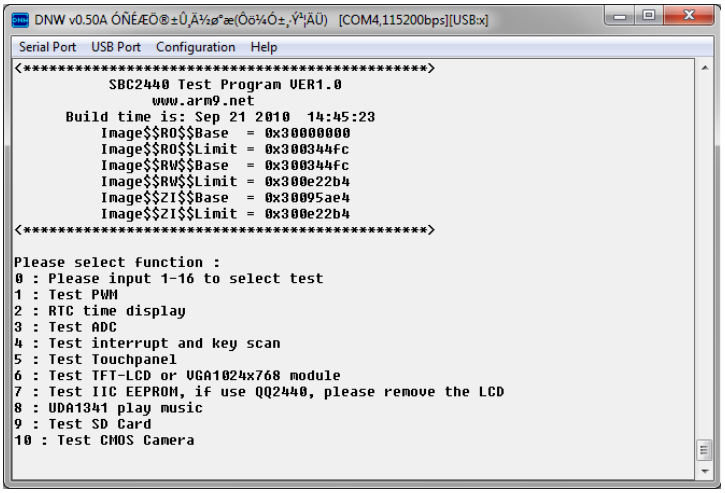
DNW v0.50A ÓÑÉÆÖ®±Û¸Ä½¤ª æ(Öö¾Ó±¸Ý¹¦ÄÜ) [COM4,115200bps][USB:x]
Serial Port USB Port Configuration Help
<***>
SBC2440 Test Program VER1.0
www.arm9.net
Build time is: Sep 21 2010 14:45:23
Image$$RO$$Base = 0x30000000
Image$$RO$$Limit = 0x300344fc
Image$$RW$$Base = 0x300344fc
Image$$RW$$Limit = 0x300e22b4
Image$$ZI$$Base = 0x30095ae4
Image$$ZI$$Limit = 0x300e22b4
<***>
Please select function :
0 : Please input 1-16 to select test
1 : Test PWM
2 : RTC time display
3 : Test ADC
4 : Test interrupt and key scan
5 : Test Touchpanel
6 : Test TFT-LCD or VGA1024x768 module
7 : Test IIC EEPROM, if use QQ2440, please remove the LCD
8 : UDA1341 play music
9 : Test SD Card
10 : Test CMOS Camera

Figura 3-69 Representación de las 10 aplicaciones del módulo

Fuente: Los Autores

1: Test PWM al ejecutarse se escuchará el sonido del Buzzer PWM.

2: RTC Reloj en tiempo real se observarán los cambios del reloj.

3: Test ADC se observará en la pantalla cambios al variar el potenciómetro W1.

4: Test User Buttons se mostrarán mensajes correspondientes a los botones presionados.

5: Test Touchpanel se observará la posición del puntero presionado en la pantalla táctil del módulo.

6: Test módulo LCD o VGA se observarán diferentes pantallazos (cambios de imagen en la pantalla táctil del módulo) al presionar una tecla del computador.

7: Test I2C EEPROM se verificará la escritura y lectura mediante la memoria I2C EEPROM.

8: Test Play Music se escuchará la música de inicio del sistema operativo Windows XP.

9: Test SD Card se verificará que los archivos están guardados en la memoria SD Card.

10: Test Cámara CMOS se observará que la cámara CMOS se enciende automáticamente.

3.3.2. TARJETA DE EXPANSIÓN.

3.3.2.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL DISEÑO PRELIMINAR.

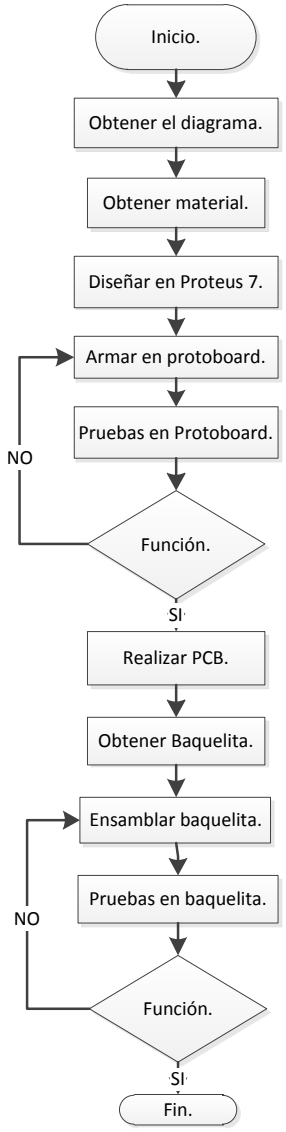

Figura 3-70 Diagrama de flujo del diseño preliminar

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: Inicio del proceso.
2. Obtener el diagrama: se diseña el diagrama esquemático.
3. Obtener el material: Se obtiene los elementos electrónicos necesarios.

4. Diseñar en Proteus 7: Se diseña el diagrama en el software ARES de Proteus 7 Professional.
5. Armar en protoboard: Con el diseño y los elementos necesarios se procese a armar en protoboard.
6. Pruebas en Protoboard: En protoboard se realiza las pruebas necesarias de las aplicaciones.
7. Función: Si en las pruebas realizada en protoboard no se tuvo inconvenientes, se procede a realizar el PCB, caso contrario verificar si está bien armado en protoboard.
8. Realizar PCB: Se diseña el PCB en el software ARES de Proteus 7 Professional.
9. Obtener baquelita: Se obtiene la baquelita.
10. Ensamblar baquelita: se comienza por ubicar la posición de cada elemento de la baquelita y se procese a soldar.
11. Pruebas en baquelita: En la baquelita se realiza las pruebas necesarias de las aplicaciones.
12. Función: Si en las pruebas realizada en la baquelita no se tuvo inconvenientes, se da por terminado el diseño de la tarjeta de expansión; caso contrario ensamblar nuevamente la baquelita.
13. Fin: fin del proceso.

3.3.2.2. PARTES DEL DISEÑO.

El diseño de la tarjeta de expansión se basa es cinco partes fundamentales como son: interfaz GPIO, salida de potencia, comunicación serial, micro controlador ATMEGA 48 y configuración del LCD. A continuación se detalla cada parte del diseño.

Interfaz GPIO.

La interfaz GPIO es un conector de 34 pines (CON4), esta interfaz es de propósito general es decir una interfaz de entrada y salida, por medio de este conector se partió para la elaboración de la tarjeta de expansión.

El conector de la interfaz GPIO tiene varios pines distribuidos para diferentes aplicaciones del módulo MINI2440, por lo cual se ha utilizado para expandir diferentes elementos del módulo MINI2440 y que cumplan la misma función que realiza el módulo.

Salida PWM.

Para esta parte del diseño se utiliza el pin 31 que corresponde al GPB0 de la interfaz GPIO, para la conexión se utiliza similares elementos utilizados en el módulo MINI2440.

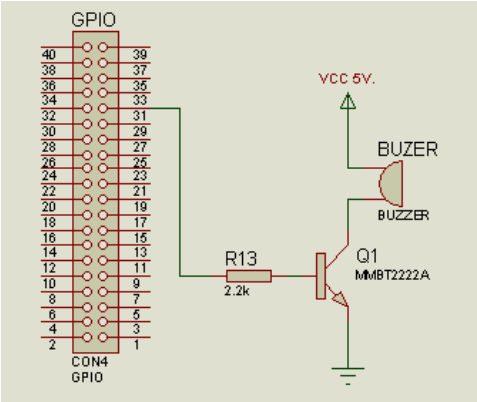

Figura 3-71 Diseño de la salida PWM

Fuente: Los Autores

Botones de usuario.

Para la distribución de los botones en la tarjeta de expansión se basará en la tabla 10, que corresponde al número de pin de cada botón y su respectiva entrada en la interfaz GPIO.

Botón	GPIO	Numero de pin
1	GPG0	16
2	GPG3	18
3	GPG5	19
4	GPG6	20
5	GPG7	21
6	GPG11	24

Tabla 10 Distribución de pines en la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

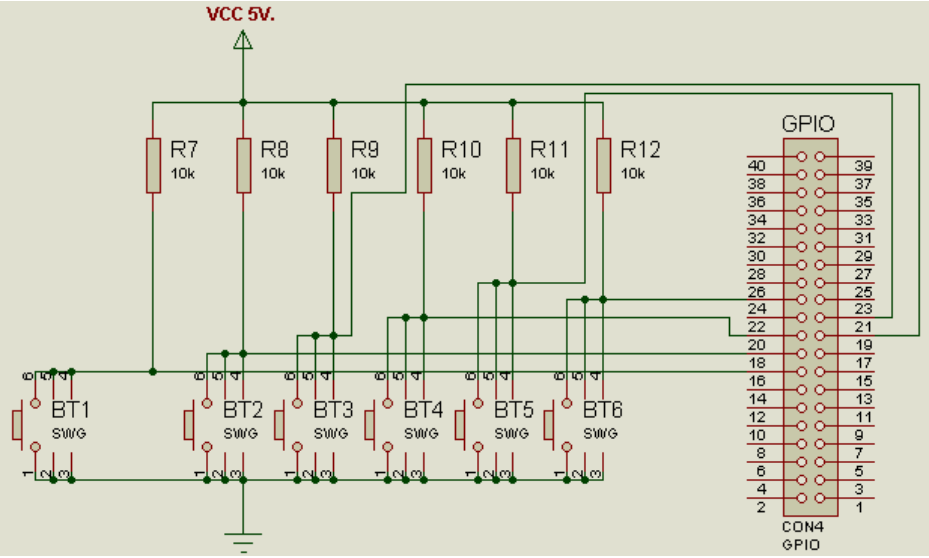

Figura 3-72 Diseño de botones de usuario

Fuente: Los Autores

SALIDA DE POTENCIA.

Encendido de un LED.

Para el encendido y apagado de un LED se utiliza un pin libre (PIN 32), que corresponde al GPB1 de la interfaz GPIO, para la parte del diseño se ha utilizado los elementos de la práctica respectiva.

En el diseño de la tarjeta se ha acoplado la parte de potencia para encender una carga (RL) como es un foco o un motor de 110 V el cual se ha utilizado un circuito opto acoplador como es el MOC 3021 y el TRIAC TIP127, para la protección se ha utilizado un fusible (FUSE) en el caso de un mal manejo de la parte de potencia.

En esta parte del diseño, se ha utilizado un Switch selector para la parte de potencia "SELEC POT" para el funcionamiento del encendido del LED o el foco a 110 V, de modo que funcione una aplicación a la vez.

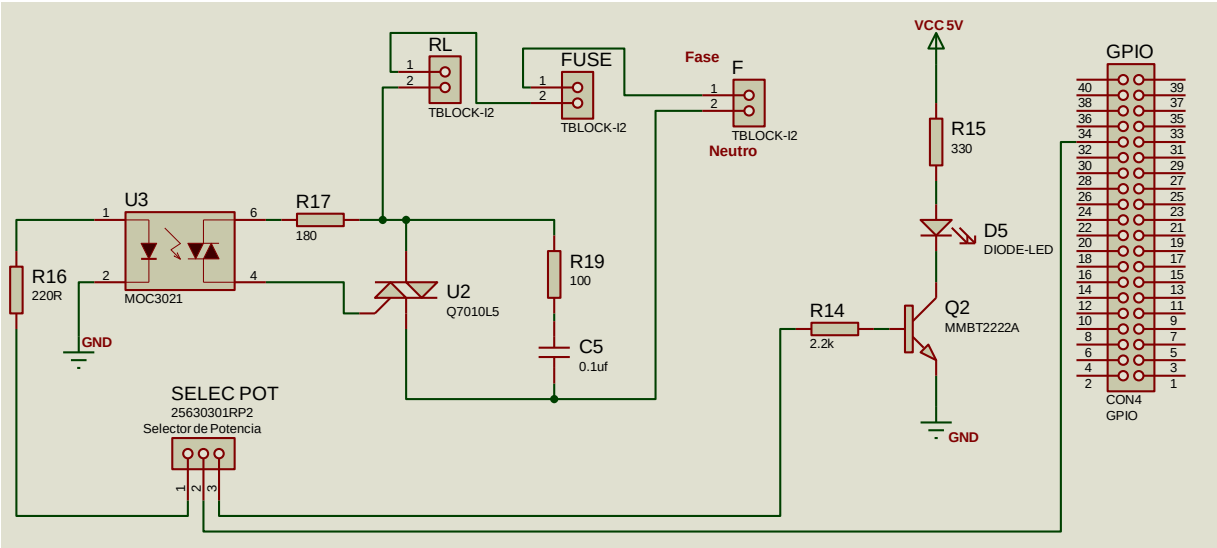

Figura 3-73 Diseño de la salida de potencia

Fuente: Los Autores

COMUNICACIÓN SERIAL.

El diseño de la tarjeta se basa también en la comunicación serial del módulo MINI2440 con la tarjeta de expansión o el computador.

El conector IN TTL es un puerto serial con salida TTL proveniente del módulo MINI2440, esta señal pasa a través de un MAX232 cuya función es convertir señal TTL a señal RS232.

Se utiliza dos DB9 macho para la conexión de la tarjeta de expansión al módulo MINI2440.

J4 es un conector DB9 macho que se utiliza para adaptar la señal RS232 proveniente del MAX232 y obtener un puerto serial RS232 del módulo MINI2440 para una comunicación con cualquier tarjeta que utilice puerto serial, en este caso se lo utiliza para obtener una comunicación con el computador o con la tarjeta de expansión.

J5 es el conector DB9 macho de la tarjeta de expansión que se lo utiliza para obtener una comunicación con el módulo MINI2440.

Para la comunicación de la tarjeta de expansión con el módulo MINI2440 se utiliza un cable DB9 hembra directo y se lo conecta entre J4 y J5.

Para obtener una comunicación entre el módulo MINI2440 y el computador se utiliza el mismo cable DB9 hembra directo y se lo conecta entre el J4 y el puerto serial del computador.

Para la comunicación de la tarjeta de expansión con el computador se utiliza un cable DB9 hembra cruzado, entre el J5 y el puerto serial del computador.

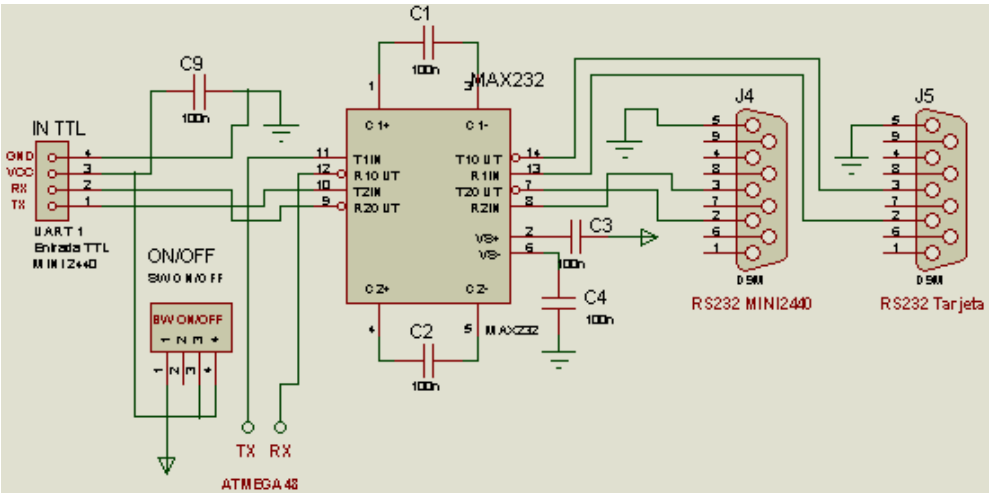

Figura 3-74 Diseño de la comunicación serial

Fuente: Los Autores

MICRO CONTROLADOR ATMEGA 48.

En esta parte del diseño de la tarjeta de expansión se conecta un cristal de 115200 Mhz externo al micro controlador ATMEGA 48 para lograr la velocidad máxima a la que se puede trasmitir en la comunicación serial, esto ayuda a tener una mayor eficiencia y aumenta la estabilidad de oscilación para el funcionamiento del micro controlador.

En el diseño se utilizó 4 diodos Leds enfocados para la visualización de banderas o información en las prácticas planteadas.

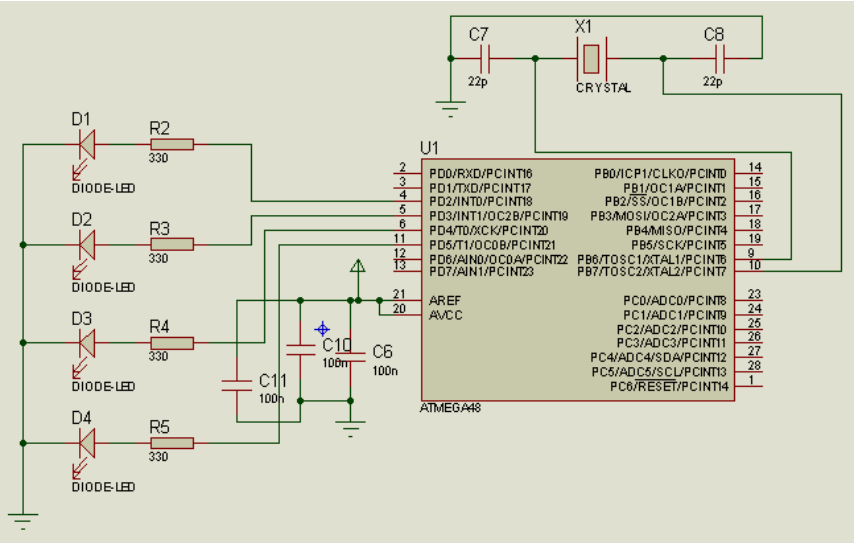

Figura 3-75 Diseño del micro controlador atmega 48

Fuente: Los Autores

Configuración del LCD.

En esta parte se conecta y configura los pines del LCD hacia el micro controlador ATMEGA 48, el potenciómetro realiza la función de contraste del LCD.

También se realiza la configuración de pines del conector J1 empleado para el ingreso de una programadora externa.

El botón RESET se utiliza para restablecer el funcionamiento del micro controlador ATMEGA 48.

El pin 23 (PC0) del micro controlador va conectado hacia el pin 5 de la interfaz GPIO para propósitos de uso con ADC.

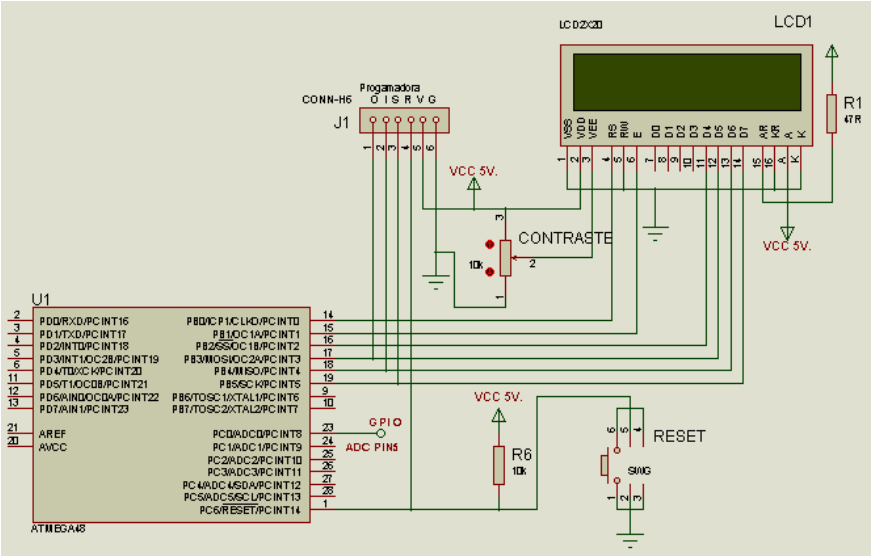

Figura 3-76 Diseño de la configuración del LCD

Fuente: Los Autores

En la figura 3-75 se puede observar el diseño completo de la tarjeta de expansión, así también el PCB de la tarjeta en la figura 3-76.

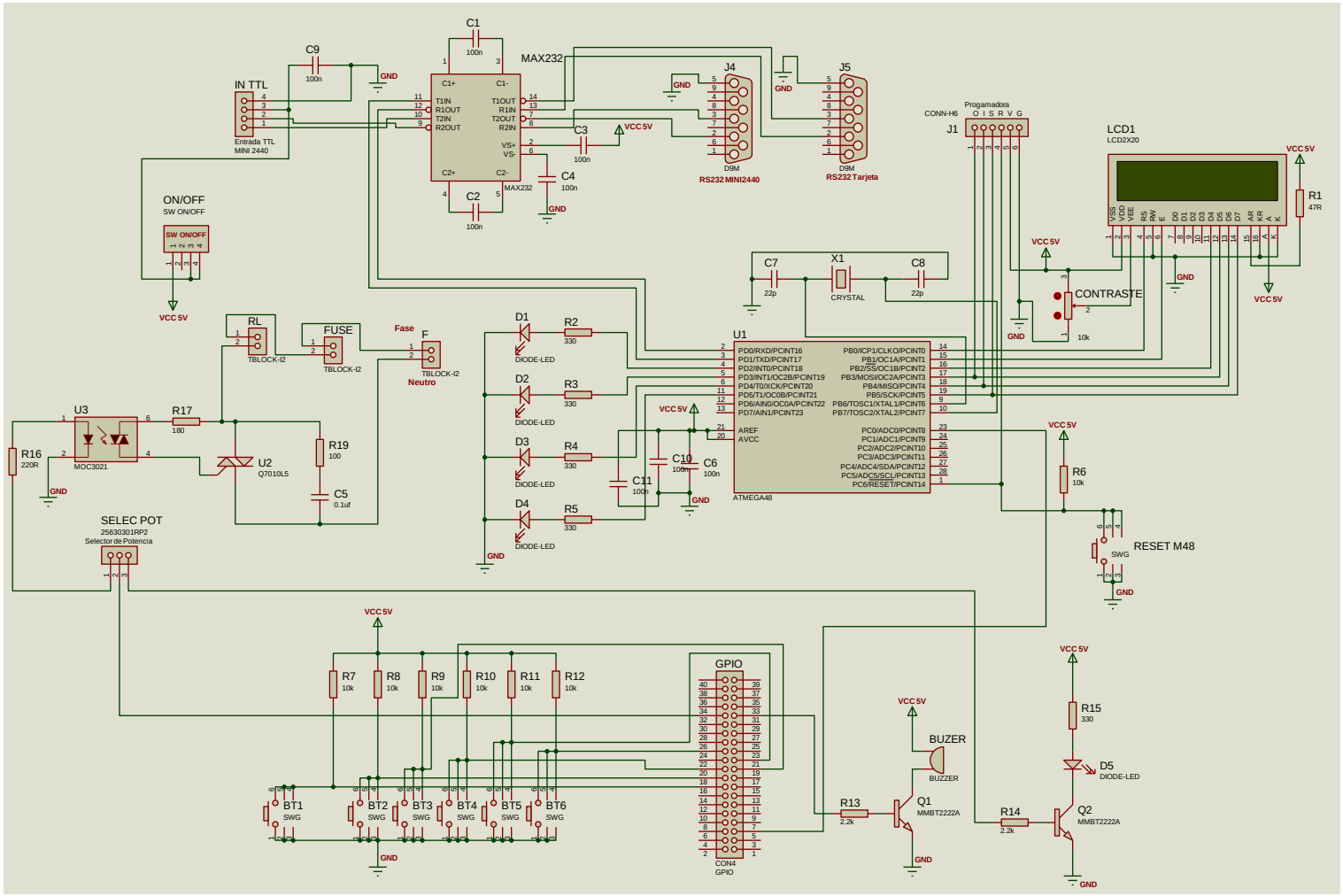

Figura 3-77 Diseño completo de la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

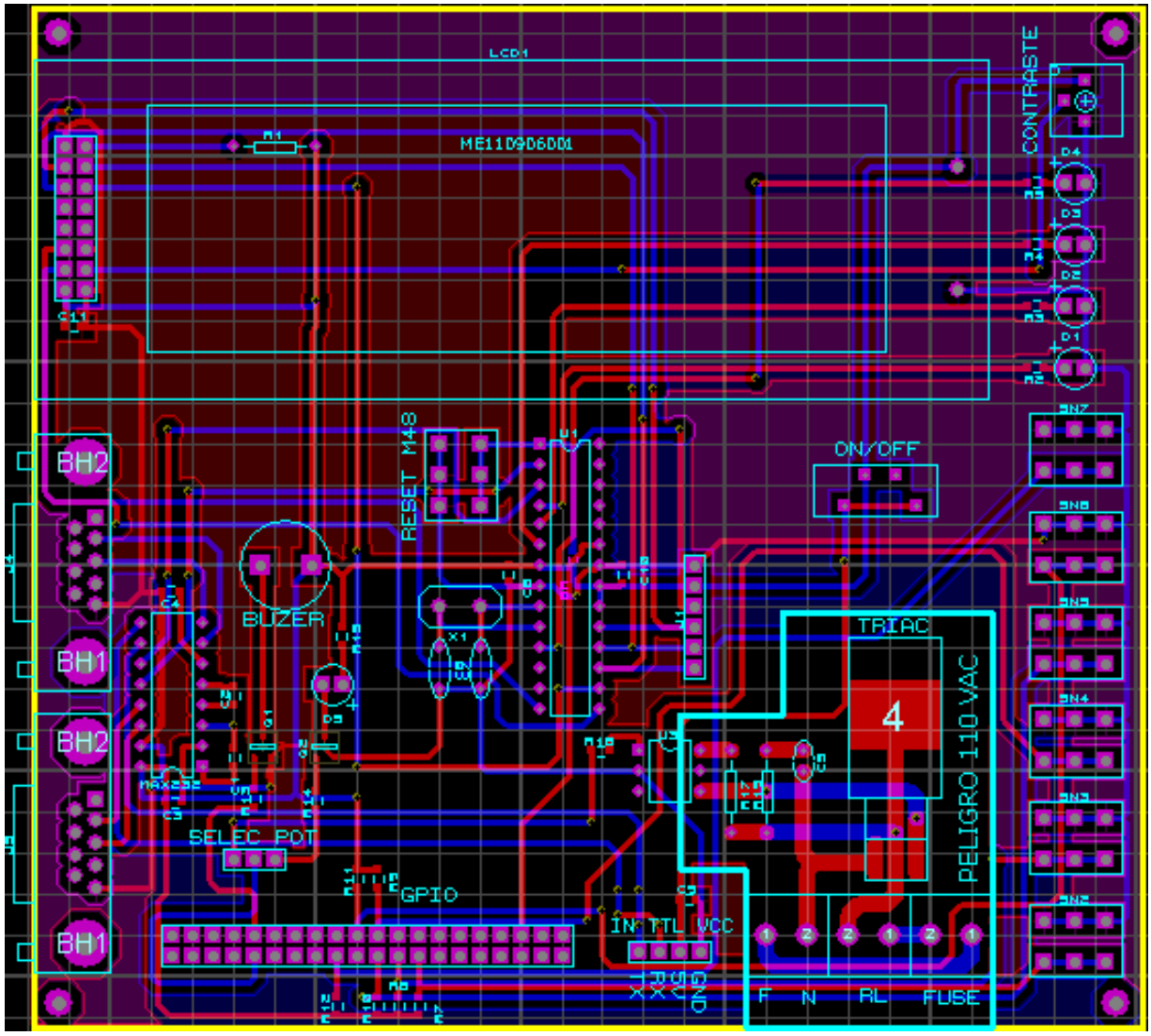

Figura 3-78 Diseño del PCB de la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

Micro controlador Atmega 48 en la tarjeta de expansión.

El micro controlador Atmega 48 que se encuentra en la tarjeta de expansión permite presentar información al realizar proyectos en los cuales se requiere de comunicación con el módulo MINI2440. La comunicación entre los módulos se realiza mediante el estándar RS232. A continuación se muestra el diagrama de bloques.

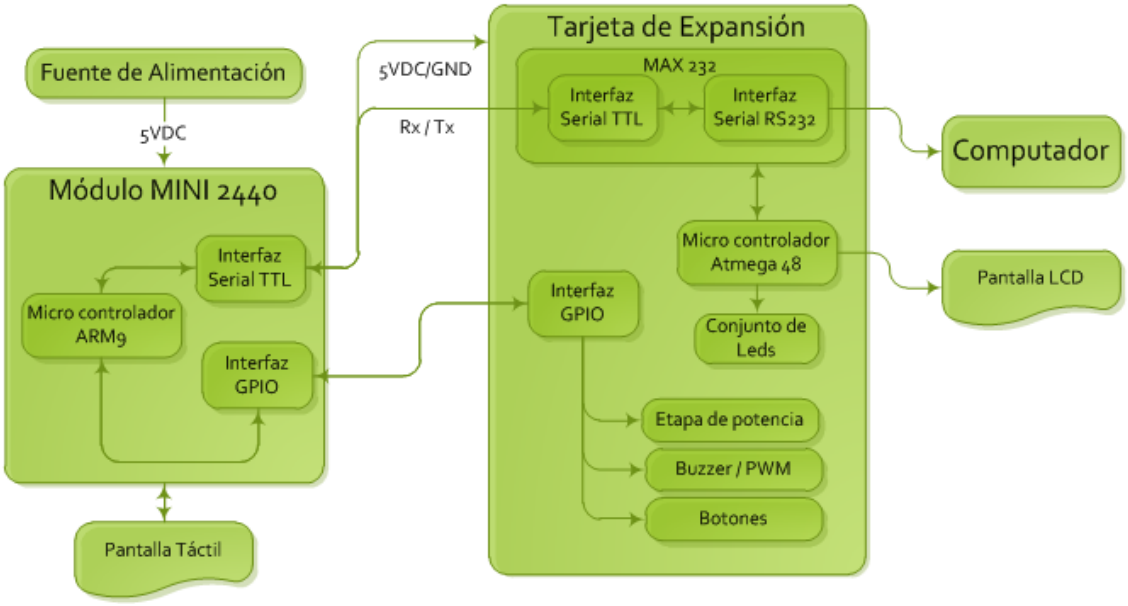

Figura 3-79 Diagrama de bloque del módulo de entrenamiento

Fuente: Los Autores

El módulo MINI2440 se comunica con la tarjeta de expansión por medio de un cable de cuatro hilos en los cuales se encuentran 5VDC, GND, Rx y Tx. En tarjeta de expansión se encuentra un circuito integrado MAX232 que permite la comunicación con un computador al transformar la señal TTL con a CMOS.

El micro controlador Atmega 48 tiene conectado, cuatro leds y una pantalla LCD, esto ayuda a visualizar parámetros o variables de programación.

La interfaz GPIO de ambas tarjetas se comunica mediante un cable de 34 hilos, a partir de esto en la tarjeta de expansión se incluyen una etapa de potencia, otra para controlar un buzzer mediante PWM, y una extensión de botones.

3.3.2.3. IMPLEMENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

Figura 3-80 Módulo de entrenamiento

Fuente: Los Autores

El módulo de Entrenamiento consta de varios elementos y para facilitar la explicación se utilizan nombres como Placa A y Placa B a las tarjetas principales, los elementos que contienen son:

Placa Base.

- **Tarjeta de expansión (Placa A).**

    - Cable GPIO.
    - Cable de comunicación serial TTL y alimentación.
    - Cable de comunicación serial.
    - Programadora ATMEL y cable USB.
    - Cable de alimentación de 110VAC.
    - Fusible externo.
    - Foco de 110VAC.

- **Tarjeta MINI2440 (Placa B).**

    - Cable GPIO.
    - Adaptador 5VDC.
    - Cable de comunicación serial TTL y de alimentación a placa externa.
    - Tarjeta SD.
    - Cámara.
    - Pantalla LCD táctil.

Puesta en marcha.

Cables de interconexión y Fuente.

Para comunicarse entre sí, la Placa A y B, deben estar interconectadas por medio de cables. Para empezar se debe conectar un extremo del *cable de comunicación serial TTL y alimentación* en el puerto COM2 (recomendado para facilitar comunicación serial TTL) de la Placa B y el otro extremo en el puerto de alimentación de la Placa A como se muestra a continuación.

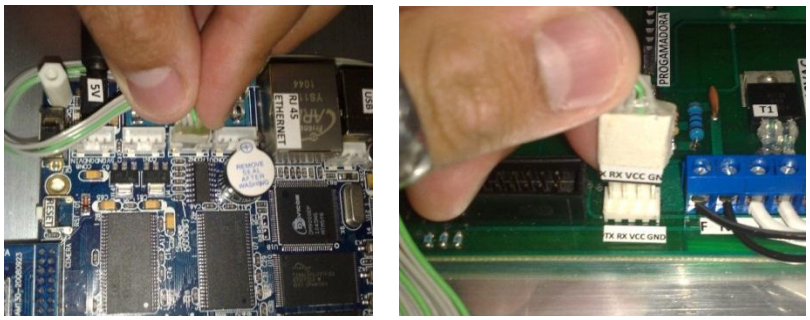

Figura 3-81 Cables de interconexión

Fuente: Los Autores

A continuación se debe conectar el *cable GPIO* entre la Placa A y B, teniendo en cuenta el dentado de los terminales, ya que si la posición de los terminales no están ubicados correctamente simplemente no entran.

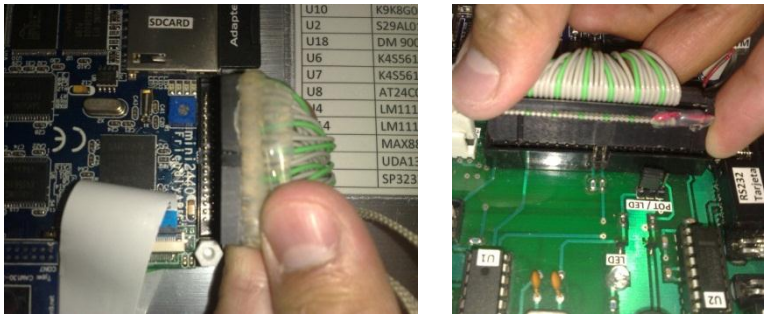

Figura 3-82 Conexión del cable GPIO

Fuente: Los Autores

Una vez interconectadas las placas, se debe colocar el *Adaptador de 5VDC* en la Placa B en la entrada de voltaje como se muestra a continuación.

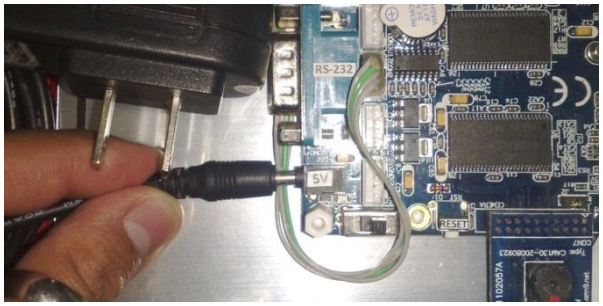

Figura 3-83 Conexión del adaptador de 5VDC

Fuente: Los Autores

Encendido y Apagado.

La fuente de 5VDC se encarga de alimentar a ambas placas.

La conexión de los cables y fuente descrita anteriormente permiten el encendido y comunicación de las Placas A y B. Primero se debe encender la Placa B ya que la Placa A depende de la alimentación que le brinda la Placa B.

Para encender la Placa B deslice el interruptor de la esquina inferior izquierda.

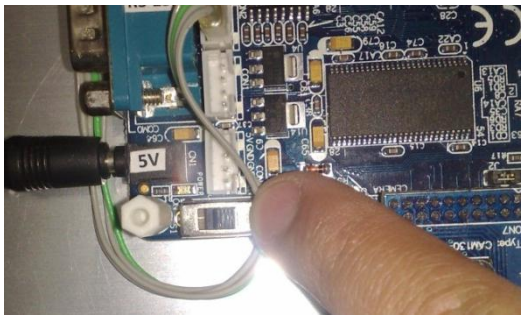

Figura 3-84 Interruptor de la placa B

Fuente: Los Autores

El módulo MINI2440 al estar energizado permite alimentar a la tarjeta de expansión, para encender la tarjeta de expansión se debe deslizar el interruptor ON/OFF.

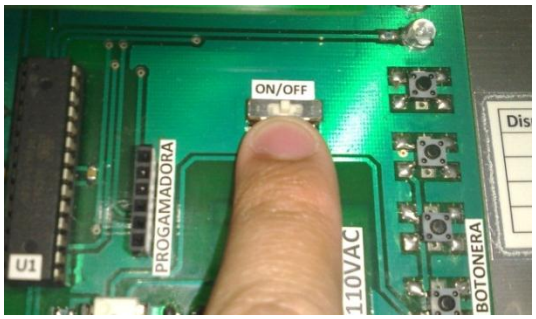

Figura 3-85 Interruptor de la placa A

Fuente: Los Autores

Para apagar se debe realizar el proceso contrario, primero se apaga la tarjeta de expansión y luego la tarjeta MINI2440.

Comunicación Serial.

El módulo tiene la capacidad de comunicarse de forma serial entre la Placa A y B además de la comunicación entre tarjeta MINI2440 y el computador.

Para la **comunicación serial entre la Placa A y B** se debe utiliza el *cable de comunicación serial* conectado entre los terminales DB9 macho llamados RS232 MINI2440 y RS232 Tarjeta.

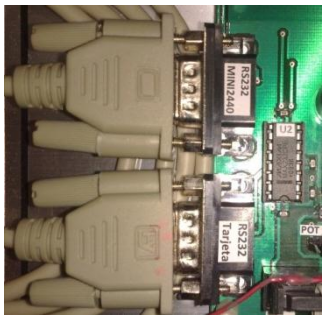

Figura 3-86 Conexión del cable DB9 entre la Placa A y B

Fuente: Los Autores

Para la **comunicación entre tarjeta MINI2440 y el computador** se debe utiliza el *cable de comunicación serial* conectado entre en el terminal DB9 macho de nombre RS232 MINI2440 y el conector DB9 del computador.

Figura 3-87 Conexión del cable en el puerto RS232 MINI2440

Fuente: Los Autores

Etapa de Potencia.

La etapa de potencia que tiene la tarjeta de expansión, consta de un Jumper (POT/LED) que permite seleccionar la salida hacia el LED indicador o a la salida de potencia (Foco 110VAC) como se muestra a continuación:

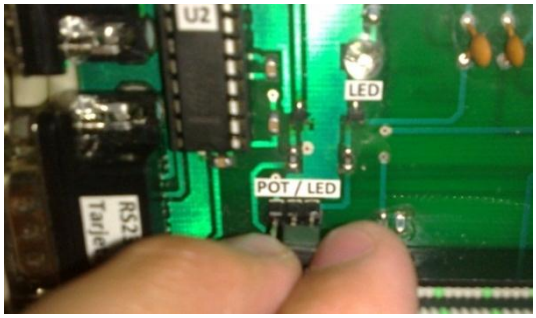

Figura 3-88 Jumper POT/LED

Fuente: Los Autores

Para la etapa de potencia se requiere conectar un Cable de alimentación de 110VAC, un fusible externo y un Foco de 110VAC. Las borneras señalizadas por **F** y **N** son para la fase y neutro del cable de alimentación, **RL** para la colocar la carga en este caso el foco, y **FUSE** para colocar el fusible externo.

Figura 3-89 Borneras para la etapa de potencia

Fuente: Los Autores

Programadora ATMEL.

Antes de insertar la *Programadora ATMEL* se debe apagar la tarjeta de expansión. Se debe tener en cuenta que la distribución de pines concuerde entre la tarjeta y la programadora.

Figura 3-90 Conector de la programadora ATMEL

Fuente: Los Autores

Botón Reset.

El botón RESET de la placa de expansión permite restablecer el funcionamiento del micro controlador ATMEGA48.

Figura 3-91 Botón Reset de la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

Botonera.

La botonera de la tarjeta de expansión se encuentra directamente conectada al GPIO.

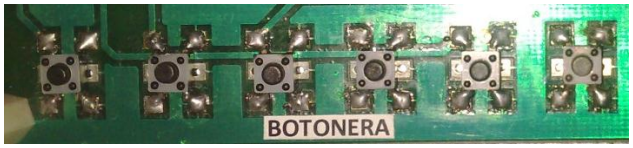

Figura 3-92 Botonera de la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

Conjunto de Leds.

El conjunto de leds se encuentran conectados directamente al micro controlador ATMEGA48 de la tarjeta de expansión.

Figura 3-93 Leds de la tarjeta de expansión

Fuente: Los Autores

Test PWM.

La tarjeta de expansión consta de un punto de prueba para tomar señal PWM proveniente del GPIO.

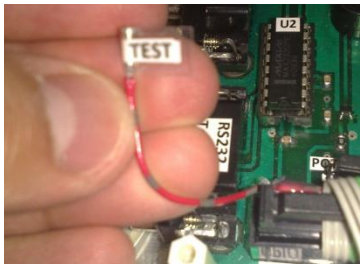

Figura 3-94 Punto de prueba PWM

Fuente: Los Autores

Potenciómetro para ADC.

Potenciómetro dedicado para el uso del ADC, conectado a la tarjeta MINI2440 y también al micro controlador ATMEGA48 por medio del cable GPIO.

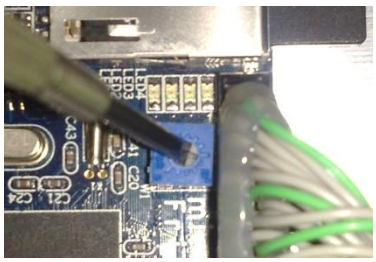

Figura 3-95 Potenciómetro para uso del ADC

Fuente: Los Autores

3.3.3. DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS EN LA GUÍA.

A continuación se presenta los diagramas de flujo de las prácticas propuestas en la guía de laboratorio. Se omite la práctica No 1, debido a que es únicamente reconocimiento físico del módulo de entrenamiento.

Práctica No 2.

TEMA: TEST DE BACKLIGHT.

El módulo MINI2440 tiene un programa llamado *Backlight* que permite el testeo del encendido y apagado de la luz de fondo del LCD del módulo.

Diagrama de flujo.

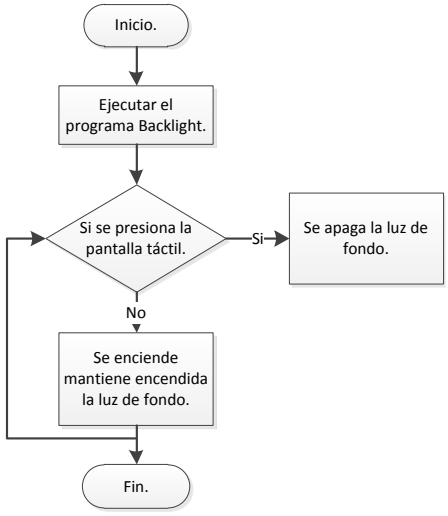

Figura 3-96 Diagrama de flujo (Práctica 2)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar el programa *Backlight*: se ejecutan las variables e interfaz del programa.
3. Si se presiona la pantalla:

SI: Se apaga la luz de fondo de la pantalla.

NO: Se enciende la luz de fondo de la pantalla.

4. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 3.

TEMA: TEST DE BOTONES MEDIANTE LA APLICACIÓN BUTTONS.

El módulo MINI2440 tiene un programa llamado *Buttons* que permite el testeo de los botones que tiene el módulo.

Diagrama de flujo.

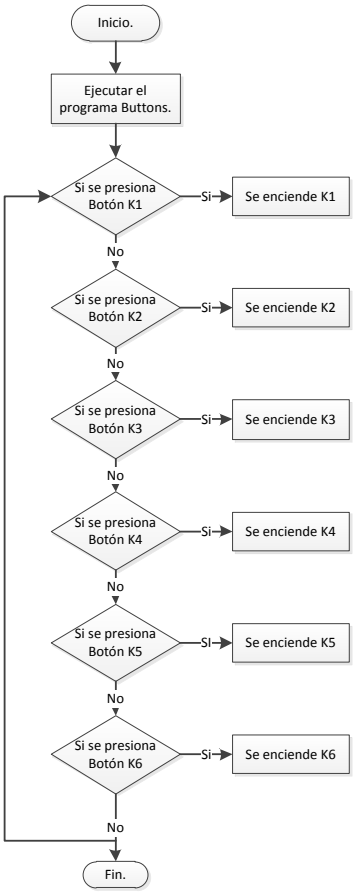

Figura 3-97 Diagrama de flujo (Práctica 3)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar el programa *Buttons:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Si se presiona botón K1: se enciende indicador K1.
4. Si se presiona botón K2: se enciende indicador K2.
5. Si se presiona botón K3: se enciende indicador K3.
6. Si se presiona botón K4: se enciende indicador K4.
7. Si se presiona botón K5: se enciende indicador K5.
8. Si se presiona botón K6: se enciende indicador K6.
9. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 4.

TEMA: TEST DE ADC MEDIANTE LA APLICACIÓN A/D CONVERT.

El módulo MINI2440 tiene un programa llamado *A/D Convert* que permite el testeo de un ADC interno mediante el potenciómetro que se encuentra en la placa del módulo.

Diagrama de flujo.

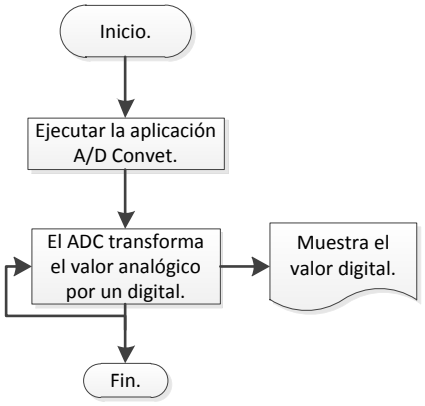
Inicio.
Ejecutar la aplicación A/D Convet.
El ADC transforma el valor analógico por un digital.
Muestra el valor digital.
Fin.

Figura 3-98 Diagrama de flujo (Práctica 4)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *A/D Convert:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.

3. Ejecución de ADC: se transforma el valor analógico en digital mediante el ADC del módulo.
    - Muestra valor numérico en pantalla.
4. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 5.

TEMA: TEST I2C MEDIANTE LA APLICACIÓN I2C-EEPROM.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *I2C/EEPROM* Testing que permite la escritura y lectura de la memoria EEPROM que contiene la tarjeta del módulo.

Diagrama de flujo.

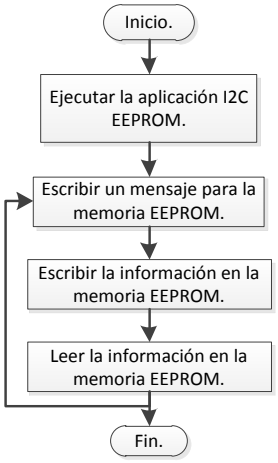
Inicio.
Ejecutar la aplicación I2C EEPROM.
Escribir un mensaje para la memoria EEPROM.
Escribir la información en la memoria EEPROM.
Leer la información en la memoria EEPROM.
Fin.

Figura 3-99 Diagrama de flujo (Práctica 5)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *I2C EEPROM:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Escribir un mensaje para la memoria EEPROM: espacio de texto donde se ingresa un mensaje de texto para escribir sobre la memoria.
4. Escribir la información en la memoria EEPROM: el mensaje escrito se graba en la memoria.

5. Leer la información EEPROM: se extrae la información de la memoria para ser mostrada.
6. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 6.

TEMA: TEST LCD MEDIANTE LA APLICACIÓN LCD TEST.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *LCD Test* que permite el testeo del LCD mediante el despliegue de colores en la pantalla.

Diagrama de flujo.

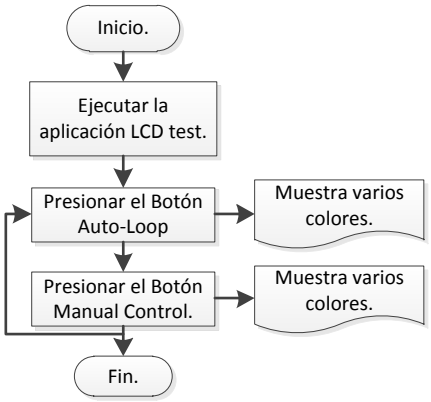

Figura 3-100 Diagrama de flujo (Práctica 6)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *LCD test:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Auto-Loop*.
   - Muestra varios colores en pantalla de forma autónoma.
4. Presionar el botón *Manual Control*.
   - Muestra varios colores en pantalla pero para desplegar se requiere tocar la pantalla
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 7.

TEMA: TEST DE LEDS MEDIANTE LA APLICACIÓN LEDS.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *LEDs* que permite el testeo de cuatro diodos leds que tiene el módulo.

Diagrama de flujo.

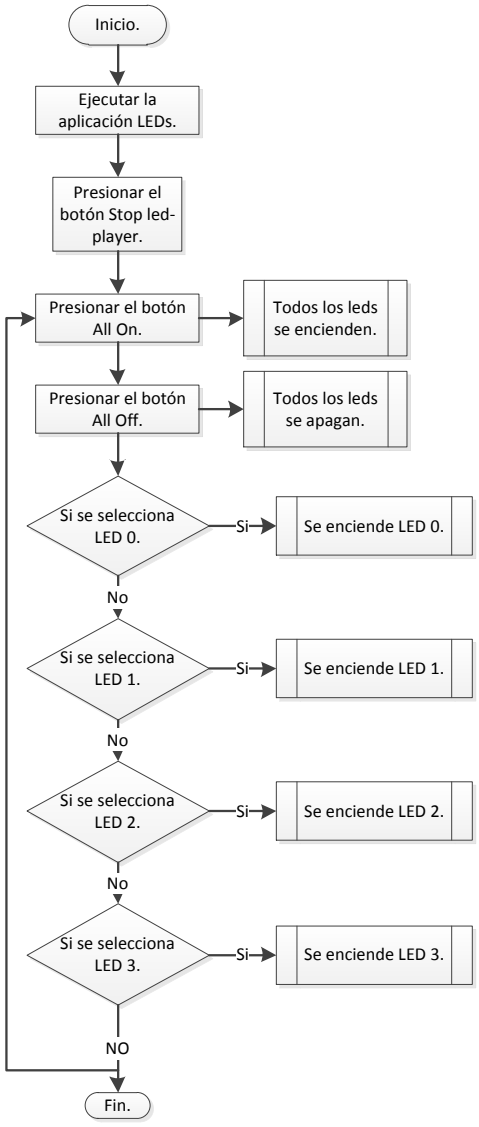

Figura 3-101 Diagrama de flujo (Práctica 7)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *LEDs:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Stop led player*: se detiene la secuencia de leds automática que se ejecuta al inicio del módulo.
4. Presionar el botón *All On*.
   - El conjunto de leds se encienden simultáneamente.
5. Presionar el botón *All Off*.
   - El conjunto de leds se apagan simultáneamente.
6. Si se selecciona *LED 0*: Se enciende LED 0.
7. Si se selecciona *LED 1*: Se enciende LED 1.
8. Si se selecciona *LED 2*: Se enciende LED 2.
9. Si se selecciona *LED 3*: Se enciende LED 3.
10. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 8.

TEMA: TEST DE PANTALLA TACTIL MEDIANTE LA APLICACIÓN MAGIC GEOMETRY.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Magic Geometry* que permite el testeo de la pantalla táctil.

Diagrama de flujo.

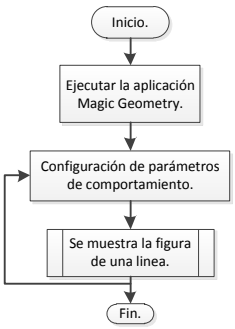

Figura 3-102 Diagrama de flujo (Práctica 8)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Magic Geometry:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Configurar parámetros de comportamiento: parámetros que cambian el grosor, el número de segmentos y velocidad de la línea.
4. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 9.

TEMA: TEST DE PWM MEDIANTE LA APLICACIÓN PWM-BUZZER.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *PWM-Buzzer* que permite el testeo del PWM.

Diagrama de flujo.

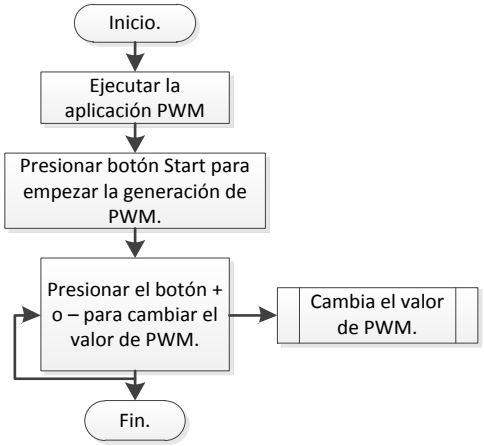
Inicio.
Ejecutar la aplicación PWM
Presionar botón Start para empezar la generación de PWM.
Presionar el botón + o – para cambiar el valor de PWM.
Cambia el valor de PWM.
Fin.

Figura 3-103 Diagrama de flujo (Práctica 9)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *PWM Buzzer:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.

3. Presionar el botón *Start:* el generador PWM se ejecuta permitiendo la generación de sonido mediante el buzzer.
4. Presionar el botón + *o –:* mediante el botón + se aumenta el valor del PWM y con el botón – decrece el valor de PWM.
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 10.

TEMA: TEST DE MICRÓFONO MEDIANTE LA APLICACIÓN RECORDER.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Recorder* que permite el testeo del micrófono que se encuentra en la tarjeta del módulo.

Diagrama de flujo.

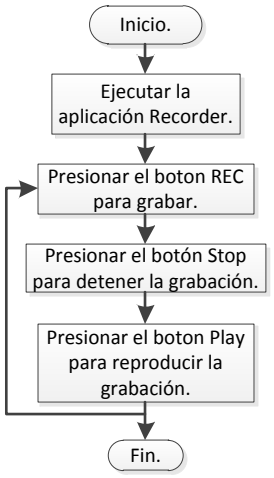
Inicio.
Ejecutar la aplicación Recorder.
Presionar el boton REC para grabar.
Presionar el botón Stop para detener la grabación.
Presionar el boton Play para reproducir la grabación.
Fin.

Figura 3-104 Diagrama de flujo (Práctica 10)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Recorder:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *REC*: inicia la grabación de sonido.
4. Presionar el botón *STOP*: detiene la grabación de sonido.

5. Presionar el botón *PLAY:* reproduce la grabación de sonido.
6. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 11.

TEMA: TEST DE LA CÁMARA CMOS MEDIANTE LA APLICACIÓN CMOS CAMERA.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *CMOS Camera* que permite capturar imágenes, mediante una cámara CMOS, previamente instalada en la tarjeta del módulo.

Diagrama de flujo.

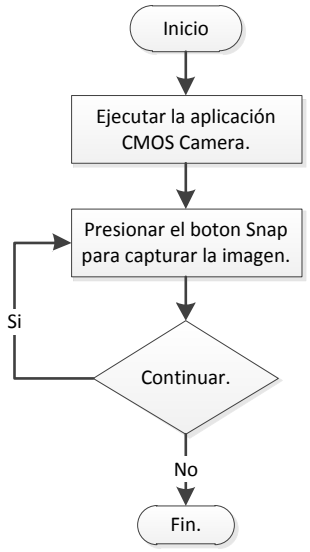

Figura 3-105 Diagrama de flujo (Práctica 11)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *CMOS Camera:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Snap*: se pulsa para capturar una imagen por medio de la cámara para posteriormente ser mostrada y almacenada.
4. Presionar el botón *Continue*: se pulsa para tomar otra fotografía.

5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 12.

TEMA: TEST DE LA CÁMARA USB MEDIANTE LA APLICACIÓN USB CAMERA.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada USB Camera que permite capturar imágenes, mediante una cámara USB, previamente instalada en la tarjeta del módulo.

Diagrama de flujo.

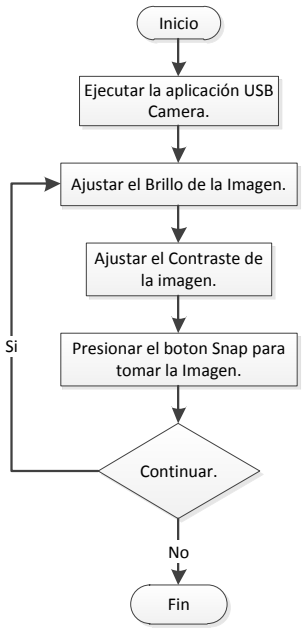

Figura 3-106 Diagrama de flujo (Práctica 12)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *USB Camera:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Usar el slider *Brightness*: por medio de este slider se ajusta el brillo de la imagen.
4. Usar el slider *Contrast*: por medio de este slider se ajusta el contraste de la imagen.
5. Presionar el botón *Snap*: se pulsa para capturar una imagen mediante la cámara USB para ser desplegada y guardada.

6. Presionar el botón *Continue*: este botón permite volver a realizar el proceso para tomar otra fotografía.
7. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 13.

TEMA: TEST DE LA APLICACIÓN WATCHDOG.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Watchdog*; Su funcionamiento es de contar cada ciertos pulsos de reloj en un determinado tiempo esperando, algún evento generado por el programa, si no le llega tal, el *Watchdog* se activa y reinicia de nuevo el módulo y si le llega el evento, entonces, todo está bien y no hace nada.

Diagrama de flujo.

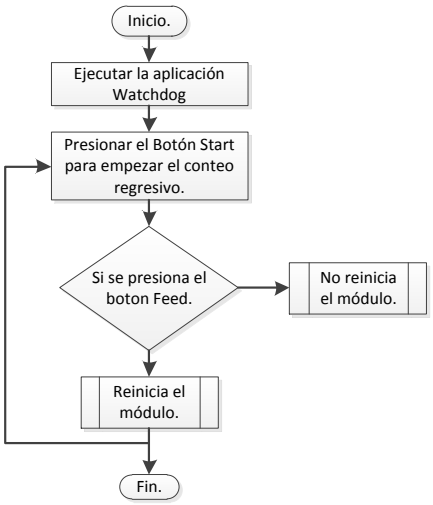
Inicio.
Ejecutar la aplicación Watchdog
Presionar el Botón Start para empezar el conteo regresivo.
Si se presiona el boton Feed.
No reinicia el módulo.
Reinicia el módulo.
Fin.

Figura 3-107 Diagrama de flujo (Práctica 13)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Watchdog:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Start*: se presiona para iniciar el conteo regresivo previo al reseteo del módulo generado por watchdog.
4. Si se presiona el botón *Feed*.

- *SI se presiona este botón*: No se reinicia el módulo.
- *NO se presiona este botón*: Se reinicia el módulo.

5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 14.

TEMA: CONFIGURACIÓN DE LA RED MEDIANTE LA APLICACIÓN NETWORK SETTING.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Network Setting* que permite configurar todos los parámetros necesarios para una comunicación de red de área local.

Diagrama de flujo.

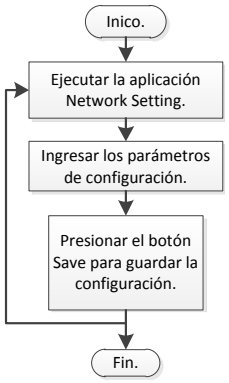
Inico.
Ejecutar la aplicación Network Setting.
Ingresar los parámetros de configuración.
Presionar el botón Save para guardar la configuración.
Fin.

Figura 3-108 Diagrama de flujo (Práctica 14)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Network Setting:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Ingresar los parámetros de comunicación: Datos necesarios para empezar la comunicación TCP/IP.
    - IP estática.
    - Mascara.
    - Gateway.
    - DNS.

4. Presionar el botón *Save:* se respalda la información de red.
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 15.

TEMA: ACCESO A INTERNET MEDIANTE LA APLICACIÓN KONQUEROR.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Konqueror* que permite el acceso a internet, es similar a cualquier otro navegador de internet y para que esta aplicación funcione se debe haber configurado los parámetros de red en la aplicación *Network Setting*(detallada en la práctica anterior).

Diagrama de flujo.

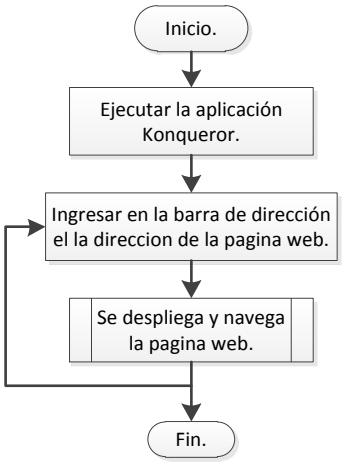
Inicio.
Ejecutar la aplicación Konqueror.
Ingresar en la barra de dirección el la direccion de la pagina web.
Se despliega y navega la pagina web.
Fin.

Figura 3-109 Diagrama de flujo (Práctica 15)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Konqueror:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Ingrese la dirección de página Web: en la barra de dirección de la parte superior se puede debe escribir la dirección web a la cual se quiere acceder.
4. Se despliega y navega sobre la página web: una vez escrita la dirección web en la barra de direcciones se debe presionar Enter en el teclado para desplegar la página web.

5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 16.

TEMA: BUSCADOR O RASTREADOR DE PAQUETES MEDIANTE LA APLICACIÓN PING.

El módulo MINI2440 tiene la aplicación llamada *Ping* que permite buscar o rastrear paquetes de red. Aplicación utilizada para verificar conectividad con otros dispositivos de red. Para que esta aplicación funcione se debe haber configurado los parámetros de red en la aplicación *Network Setting*.

Diagrama de flujo.

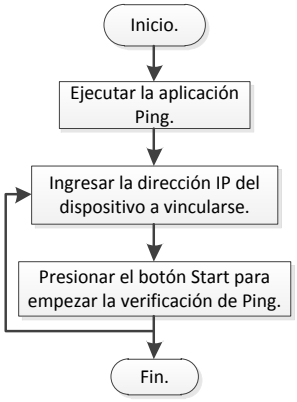
Inicio.
Ejecutar la aplicación Ping.
Ingresar la dirección IP del dispositivo a vincularse.
Presionar el botón Start para empezar la verificación de Ping.
Fin.

Figura 3-110 Diagrama de flujo (Práctica 16)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación *Ping:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Insertar la *dirección IP:* en el espacio en blanco se debe escribir la dirección IP del dispositivo de red a cual se quiera verificar la comunicación.
4. Presionar el botón *Start*: empieza el envió y rastreo de paquetes para la verificación Ping.
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 17.

TEMA: COMUNICACIÓN SERIAL MÓDULO MINI2440 Y EL COMPUTADOR.

La comunicación serial consiste en el envío de un bit de información de manera secuencial, esto es, un bit a la vez y a un ritmo acordado entre el emisor y el receptor.

Diagrama de flujo para el programa Serial Port Assistant MINI2440.

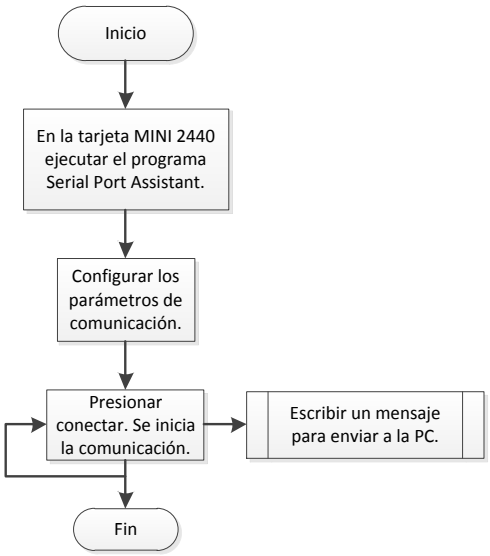
Inicio
En la tarjeta MINI 2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant.
Configurar los parámetros de comunicación.
Presionar conectar. Se inicia la comunicación.
Escribir un mensaje para enviar a la PC.
Fin

Figura 3-111 Diagrama de flujo 1 (Práctica 17)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar el programa *Serial Port Assistant:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Setting* para configurar los parámetros de comunicación.
    - Puerto de comunicación = SAC1.
    - Velocidad = 9600 bps.
    - Datos = 8 bits.
    - Hex = Blanco.
4. Presionar el botón *Connect* para empezar la comunicación.

- Escribir un mensaje para enviar a la PC.

5. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para el programa HyperTerminal.

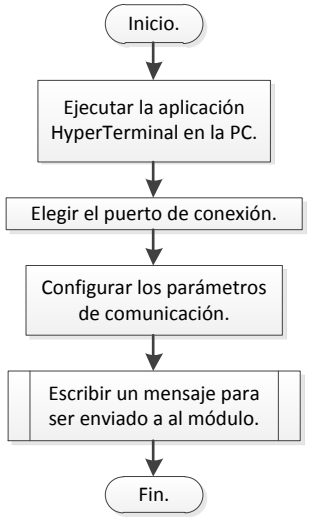
Inicio.
Ejecutar la aplicación HyperTerminal en la PC.
Elegir el puerto de conexión.
Configurar los parámetros de comunicación.
Escribir un mensaje para ser enviado a al módulo.
Fin.

Figura 3-112 Diagrama de flujo 2 (Práctica 17)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: Inicio de la aplicación.
2. Ejecutar la aplicación HyperTerminal en la PC*:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Puerto de conexión: Elegir el puerto de conexión para la comunicación.
4. Configuración los parámetros de comunicación.
    - Bit por segundo = 9600.
    - Bit de datos= 8.
    - Paridad = Ninguno.
    - Bit de parada = 1.
    - Control de flujo = Ninguno.
5. Escribir un mensaje para ser enviado al módulo MINI2440.
6. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 18.

TEMA: COMUNICACIÓN SERIAL MÓDULO MINI2440 Y MÓDULO DE EXPANSIÓN.

El protocolo serial RS232 para computadores establece un nivel de -12v como un uno lógico y un nivel de voltaje de +12v como un cero lógico (por su parte, los micro controladores emplean por lo general 5v como un uno lógico y 0v como un cero lógico).

Para la comunicación entre el módulo MINI2440 y la tarjeta de expansión se realiza por medio de niveles de voltaje entre 0v y 5v.

Diagrama de flujo para la programación en Bascom AVR.

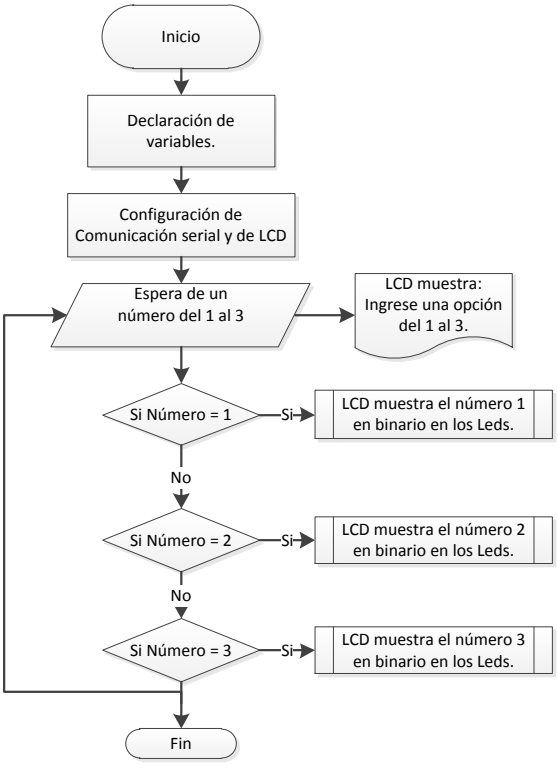
Inicio
Declaración de variables.
Configuración de Comunicación serial y de LCD
Espera de un número del 1 al 3
LCD muestra: Ingrese una opción del 1 al 3.
Si Número = 1
Si
LCD muestra el número 1 en binario en los Leds.
No
Si Número = 2
Si
LCD muestra el número 2 en binario en los Leds.
No
Si Número = 3
Si
LCD muestra el número 3 en binario en los Leds.
Fin

Figura 3-113 Diagrama de flujo 1 (Práctica 18)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Declaración de variables: se declaran las variables utilizadas para el desarrollo del programa.
3. Configuración de comunicación serial y de LCD: se establece los parámetros para la comunicación serial y declarar el tipo de LCD a utilizar.
4. Espera un número del 1 al 3: por medio de el comando wait se espera la entrada de caracteres.
5. LCD muestra: Ingrese una opción del 1 al 3.
   - Si número es igual a 1 los leds muestran el número en binario.
   - Si número es igual a 2 los leds muestran el número en binario.
   - Si número es igual a 3 los leds muestran el número en binario.
6. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para el programa Serial Port Assistant.

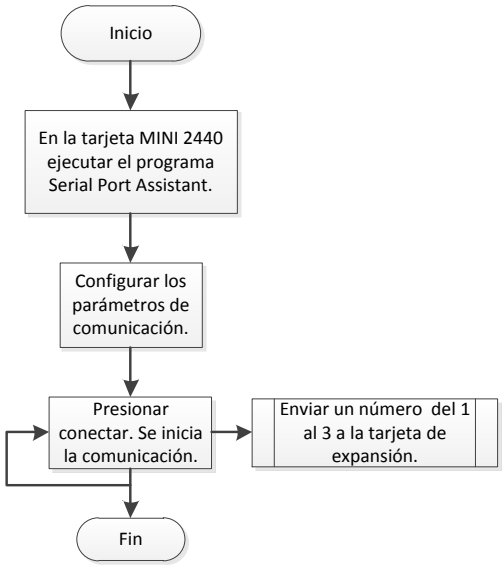
Inicio
En la tarjeta MINI 2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant.
Configurar los parámetros de comunicación.
Presionar conectar. Se inicia la comunicación.
Enviar un número del 1 al 3 a la tarjeta de expansión.
Fin

Figura 3-114 Diagrama de flujo 2 (Práctica 18)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. En el módulo MINI2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant*:* se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Setting* para configurar los parámetros de comunicación.

    - Puerto de comunicación = SAC1.
    - Velocidad = 9600 bps.
    - Datos = 8 bits.
    - Hex = Blanco.

4. Presionar botón *Connect*: se presiona para empezar la comunicación con el módulo.
    - Escribir un mensaje para enviar a la PC.
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 19.

TEMA: COMUNICACIÓN SERIAL MÓDULO MINI2440 Y MÓDULO DE EXPANSIÓN UTILIZANDO INTERRUPCIONES.

Las interrupciones permiten aislar los procesos que realice el micro controlador con los procesos de comunicación serial.

Diagrama de flujo para la programación en Bascom AVR.

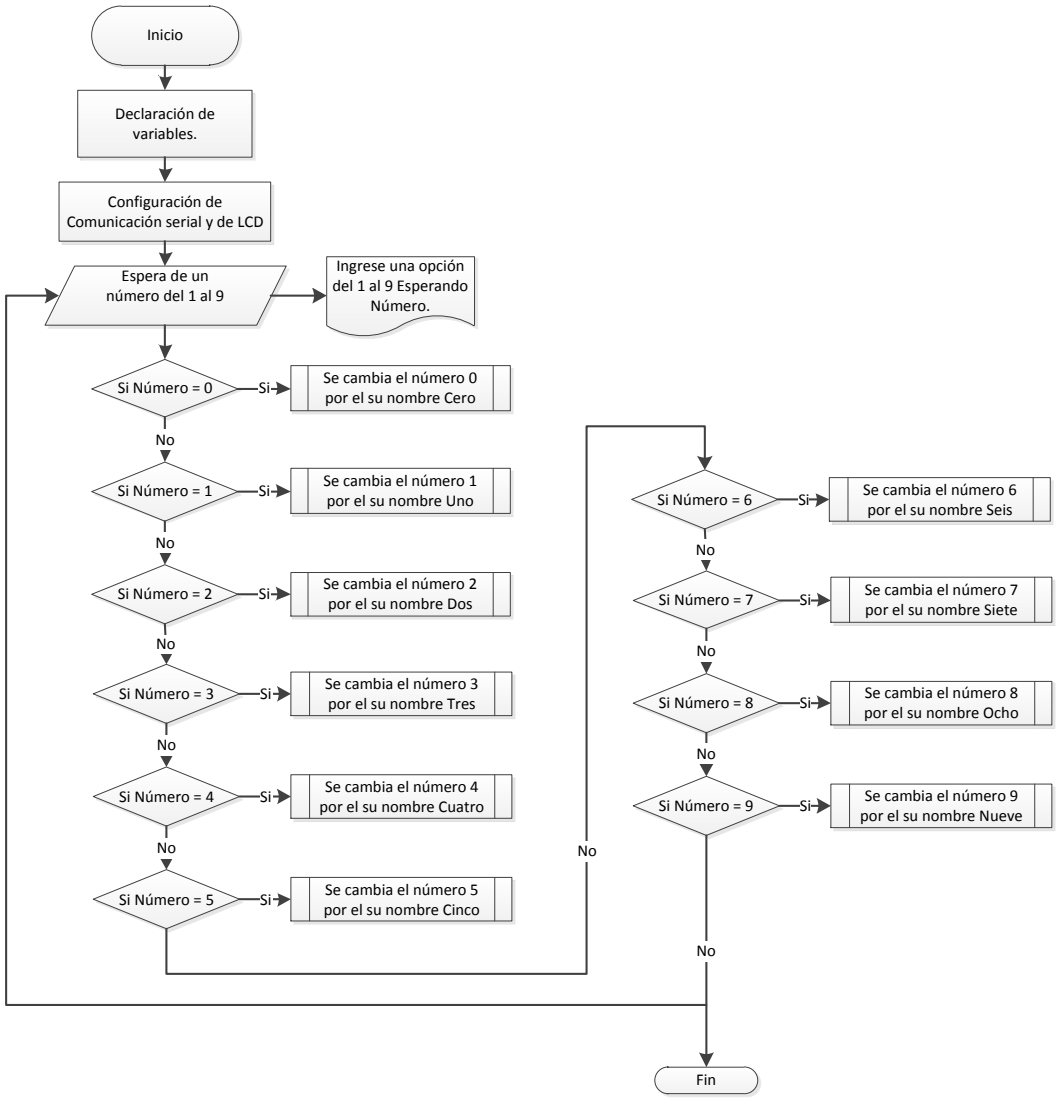
Inicio
Declaración de variables.
Configuración de Comunicación serial y de LCD
Espera de un número del 1 al 9
Ingrese una opción del 1 al 9 Esperando Número.
Si Número = 0
Si
Se cambia el número 0 por el su nombre Cero
No
Si Número = 1
Si
Se cambia el número 1 por el su nombre Uno
No
Si Número = 2
Si
Se cambia el número 2 por el su nombre Dos
No
Si Número = 3
Si
Se cambia el número 3 por el su nombre Tres
No
Si Número = 4
Si
Se cambia el número 4 por el su nombre Cuatro
No
Si Número = 5
Si
Se cambia el número 5 por el su nombre Cinco
No
Si Número = 6
Si
Se cambia el número 6 por el su nombre Seis
No
Si Número = 7
Si
Se cambia el número 7 por el su nombre Siete
No
Si Número = 8
Si
Se cambia el número 8 por el su nombre Ocho
No
Si Número = 9
Si
Se cambia el número 9 por el su nombre Nueve
No
Fin

Figura 3-115 Diagrama de flujo 1 (Práctica 19)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Declaración de variables: se declaran las variables utilizadas para el desarrollo del programa.
3. Configuración de comunicación y LCD: se establece los parámetros de comunicación y el LCD a utilizar.
4. Esperar un número del 1 al 9
   - Si número es igual a 0, cambia el numero 0 por su nombre Cero.
   - Si número es igual a 1, cambia el numero 0 por su nombre Uno.
   - Si número es igual a 2, cambia el numero 0 por su nombre Dos.
   - Si número es igual a 3, cambia el numero 0 por su nombre Tres.
   - Si número es igual a 4, cambia el numero 0 por su nombre Cuatro.
   - Si número es igual a 5, cambia el numero 0 por su nombre Cinco.
   - Si número es igual a 6, cambia el numero 0 por su nombre Seis.
   - Si número es igual a 7, cambia el numero 0 por su nombre Siete.
   - Si número es igual a 8, cambia el numero 0 por su nombre Ocho.
   - Si número es igual a 9, cambia el numero 0 por su nombre Nueve.
5. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para el programa Serial Port Assistant MINI2440.

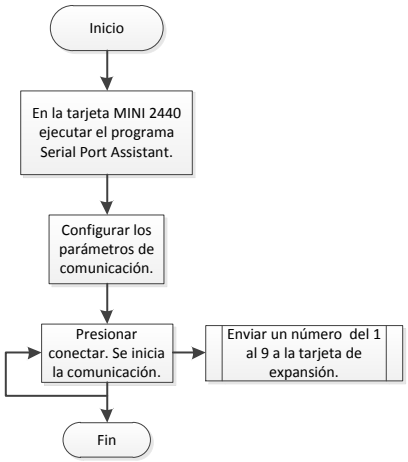
Inicio
En la tarjeta MINI 2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant.
Configurar los parámetros de comunicación.
Presionar conectar. Se inicia la comunicación.
Enviar un número del 1 al 9 a la tarjeta de expansión.
Fin

Figura 3-116 Diagrama de flujo 2 (Práctica 19)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. En el módulo MINI2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Setting*: se presiona para configurar los parámetros de comunicación.
    - Puerto de comunicación = SAC1.
    - Velocidad = 9600 bps.
    - Datos = 8 bits.
    - Hex = Blanco.
4. Presionar botón *Connect* para empezar la comunicación.
    - Escribir un mensaje para enviar a la PC.
5. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 20.

TEMA: COMPILAR UN PROGRAMA EN EL COMPILADOR GCC ARM, PARA EJECUTAR EN EL MÓDULO MINI2440.

El micro controlador ARM9 requiere de archivos compatibles, por lo que se utiliza el compilador GCC-ARM-4.4.3 de plataforma Linux, para depurar programación de lenguaje C y generar los archivos ejecutables en el módulo MINI2440.

Diagrama de flujo para compilar un programa en sistema Linux.

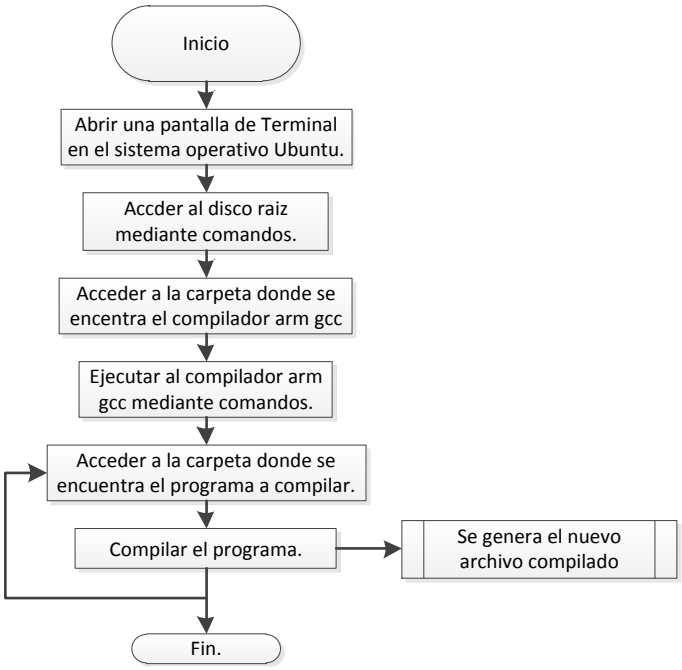
Inicio
Abrir una pantalla de Terminal en el sistema operativo Ubuntu.
Accder al disco raiz mediante comandos.
Acceder a la carpeta donde se encentra el compilador arm gcc
Ejecutar al compilador arm gcc mediante comandos.
Acceder a la carpeta donde se encuentra el programa a compilar.
Compilar el programa.
Se genera el nuevo archivo compilado
Fin.

Figura 3-117 Diagrama de flujo 1 (Práctica 20)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. En el módulo MINI2440 ejecutar el programa Serial Port Assistant se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Presionar el botón *Setting*: se presiona para configurar los parámetros de comunicación.
    - Puerto de comunicación = SAC1.
    - Velocidad = 9600 bps.
    - Datos = 8 bits.
    - Hex = Blanco.
4. Presionar botón *Connect* para empezar la comunicación.
    - Escribir un mensaje para enviar a la PC.
5. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para ejecutar el programa compilado sobre el módulo MINI2440.

Inicio
Ejecutar una ventana de Terminal en el módulo MINI 2440.
Entrar en el dispositivo de almacenamiento USB o SD Card
Entrar en la carpeta donde se encuentre guardado el programa compilado.
Ejecutar el programa compilado.
Fin.

Figura 3-118 Diagrama de flujo 2 (Práctica 20)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Ejecutar una ventana de Terminal: se ejecuta las variables e interfaz del programa.
3. Acceder al dispositivo: se accede mediante comandos el dispositivo donde se encuentra el programa compilado.
    - Memoria USB.
    - Memoria SD Card.
4. Acceder a la carpeta contenedora: una vez en el dispositivo de almacenamiento se accede mediante comandos a la carpeta donde se guarda el programa compilado.
5. Ejecutar programa compilado: se ejecuta el programa en el terminal mediante comandos.
6. Fin: fin de la aplicación.

Práctica No 21.

TEMA: PROGRAMACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO MINI2440 PARA EL ENCENDIDO Y APAGADO DE UN LED.

Se va a desarrollar un programa que permita encender y apagar un LED a través de un PIN libre (pin 32 GPB1) de la interfaz GPIO (CON4) del módulo MINI2440.

Para realizar esta práctica se debe generar el controlador **mini2440_gpb1.ko** y el ejecutable **gpb1,** el primer archivo es el que se le va a programar al ARM9, haciendo uso de un pin libre del conector GPIO y el segundo archivo es para la interfaz del usuario.

Diagrama de flujo para compilar un controlador en sistema Linux.

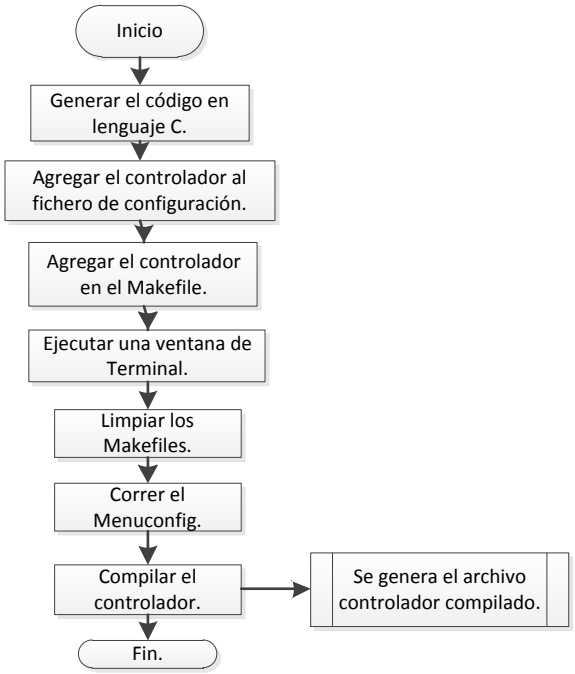
Inicio
Generar el código en lenguaje C.
Agregar el controlador al fichero de configuración.
Agregar el controlador en el Makefile.
Ejecutar una ventana de Terminal.
Limpiar los Makefiles.
Correr el Menuconfig.
Compilar el controlador.
Se genera el archivo controlador compilado.
Fin.

Figura 3-119 Diagrama de flujo 1 (Práctica 21)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: inicio de la aplicación.
2. Generar el código en lenguaje C: generar el código del controlador en lenguaje C y guardarlo en un archivo .C.

3. Agregar el controlador al fichero de configuración: en el archivo "***Kconfig***" crear una entrada para el controlador gpb1.
4. Agregar el controlador en el archivo Makefile: agregar una entrada para el controlador gpb1 dentro de archivo ***Makefile***
5. Ejecutar una ventana de Terminal en Ubuntu.
6. Limpiar los Makefiles: es Para la compilación es necesario primero limpiar cualquier compilación anterior.
7. Correr el *Menuconfig*: El *menuconfig* se utiliza para verificar que la aplicación está diseñada para el módulo MINI2440.
8. Compilar el controlador.
    - Se genera el archivo del controlador compilado.
9. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para compilar un programa ejecutable en sistema Linux.

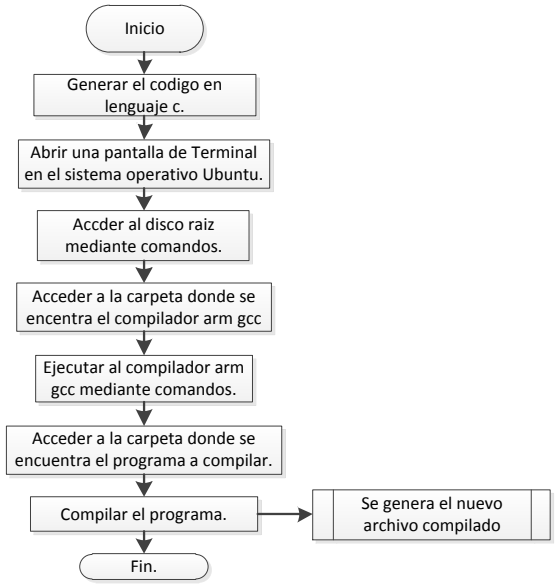
Inicio
Generar el codigo en lenguaje c.
Abrir una pantalla de Terminal en el sistema operativo Ubuntu.
Accder al disco raiz mediante comandos.
Acceder a la carpeta donde se encentra el compilador arm gcc
Ejecutar al compilador arm gcc mediante comandos.
Acceder a la carpeta donde se encuentra el programa a compilar.
Compilar el programa.
Se genera el nuevo archivo compilado
Fin.

Figura 3-120 Diagrama de flujo 2 (Práctica 21)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: Inicio de la aplicación.
2. Generar el código en lenguaje C: generar el código del programa ejecutable en lenguaje C y guardarlo en un archivo .C.

3. Ejecutar una ventana de Terminal en Ubuntu.
4. Acceder al disco duro raíz: en la ventana de terminal de Ubuntu, se debe acceder al disco duro raíz mediante comandos.
5. Acceder a la carpeta contenedora del compilador arm gcc.
6. Ejecutar el compilador arm gcc: Se ejecuta el compilador arm gcc para la compilación del programa ejecutable.
7. Acceder a la carpeta contenedora del controlador a compilar.
8. Compilar el controlador.
    - Se genera el archivo compilado *gpb1*.
9. Fin: fin de la aplicación.

Diagrama de flujo para ejecutar los programas compilados sobre el módulo MINI2440.

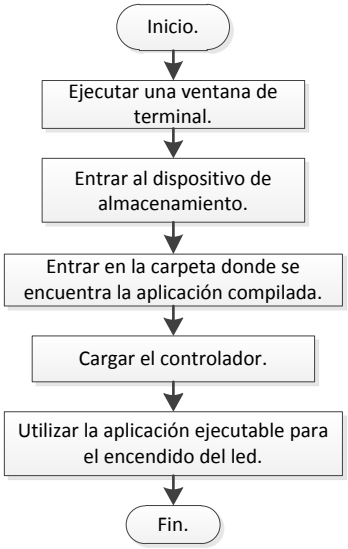
Inicio.
Ejecutar una ventana de terminal.
Entrar al dispositivo de almacenamiento.
Entrar en la carpeta donde se encuentra la aplicación compilada.
Cargar el controlador.
Utilizar la aplicación ejecutable para el encendido del led.
Fin.

Figura 3-121 Diagrama de flujo 3 (Práctica 21)

Fuente: Los Autores

Proceso:

1. Inicio: Inicio de la aplicación.
2. Ejecutar una ventana de Terminal: En el módulo MINI2440 se debe ejecutar una ventana de Terminal.

3. Entrar al dispositivo de almacenamiento: Acceder al dispositivo de almacenamiento donde se encuentra los programas compilados.
    - Memoria USB.
    - Memoria SD Card.
4. Acceder a la carpeta donde se encuentran los programas compilados.
5. Cargar el controlador: cargar el controlador *mini2440_gpb1.ko*, mediante comandos.
6. Utilizar la aplicación ejecutable *gpb1* para el encendido y apagado del led.
    - Para encender el led = *./ gpb1 1*
    - Para apagar el led = *./gpb1 0*
7. Fin: Fin de la aplicación.

4. CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1. INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo consta el análisis de resultados sobre una encuesta realizado a tres estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica, sobre el manejo del módulo de entrenamiento. Se presenta también los costos del proyecto de investigación y la fuente de financiamiento.

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE MANEJO DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

Este análisis se realiza por medio del manejo del módulo de entrenamiento y la realización de las prácticas de laboratorio, por tres estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica.
Los estudiantes posteriormente a la realización de las prácticas evaluaron el desempeño del módulo de entrenamiento y la guía de prácticas.

Los resultados se muestran a continuación:

- La información y las prácticas realizadas han proporcionado las habilidades necesarias para el manejo del Módulo de entrenamiento.

Opciones	Alumnos
De acuerdo	12
Ni en acuerdo ni desacuerdo	0
En desacuerdo	0

Tabla 11 Análisis de la pregunta 1

Fuente: Los Autores

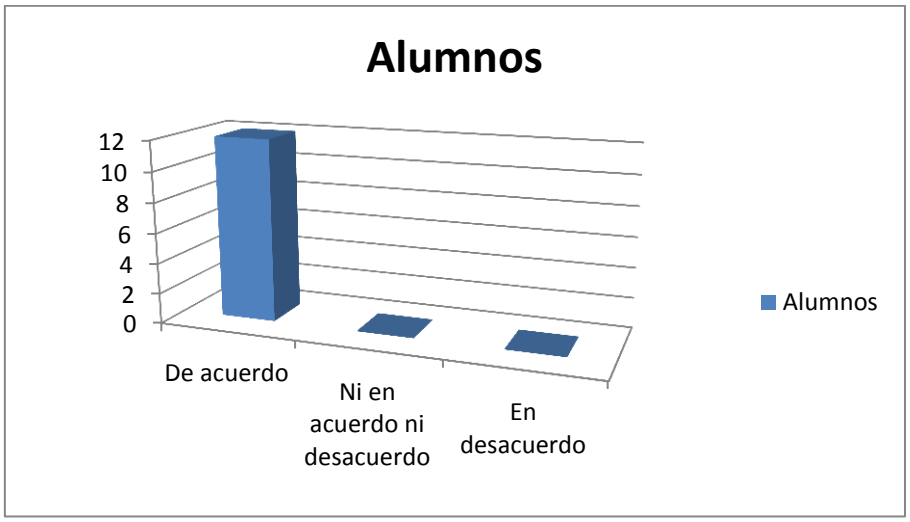

Figura 4-1 Análisis de la pregunta 1

Fuente: Los Autores

- Las prácticas realizadas fueron notablemente claras y explicitas.

Opciones	Alumnos
Si	12
No	0

Tabla 12 Análisis de la pregunta 2

Fuente: Los Autores

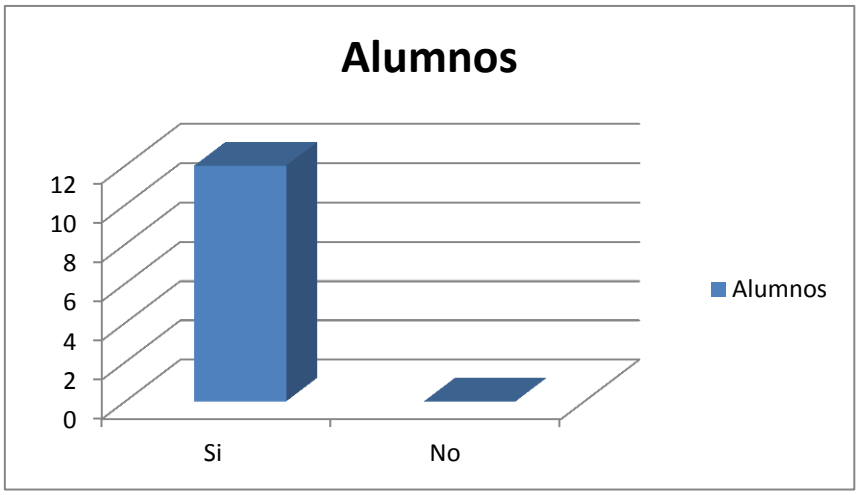

Figura 4-2 Análisis de la pregunta 2

Fuente: Los Autores

- Tuvo algún inconveniente al desarrollar estas prácticas.

Opciones	Alumnos
Si	8
No	4

Tabla 13 Análisis de la pregunta 3

Fuente: Los Autores

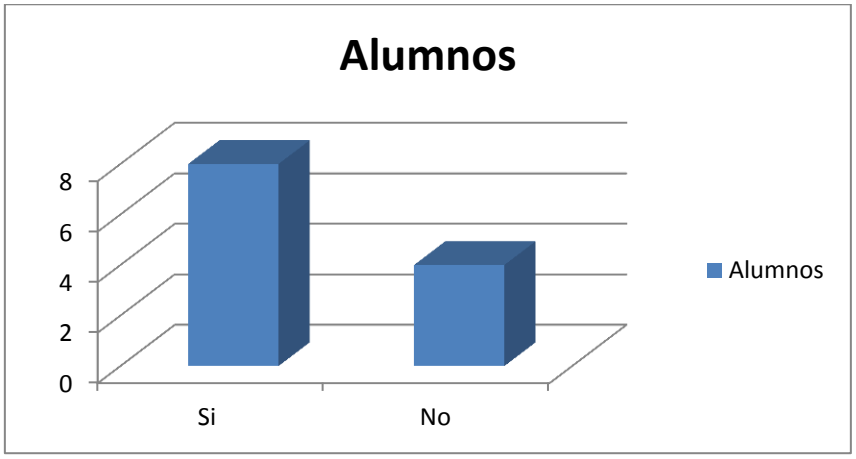

Figura 4-3 Análisis de la pregunta 3

Fuente: Los Autores

- Se siente interesado por desarrollar algún proyecto usando el módulo de entrenamiento.

• Opciones	Alumnos
Si	12
No	0

Tabla 14 Análisis de la pregunta 4

Fuente: Los Autores

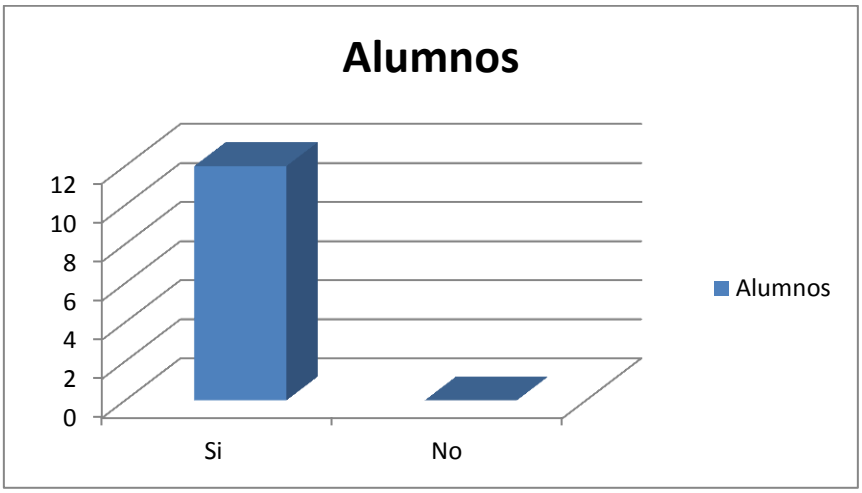

Figura 4-4 Análisis de la pregunta 4

Fuente: Los Autores

- Estas prácticas ayudan a comprender de mejor manera la función que desempeñan los micro controladores ARM9.

• Opciones	Alumnos
Si	12
No	0

Tabla 15 Análisis de la pregunta 5

Fuente: Los Autores

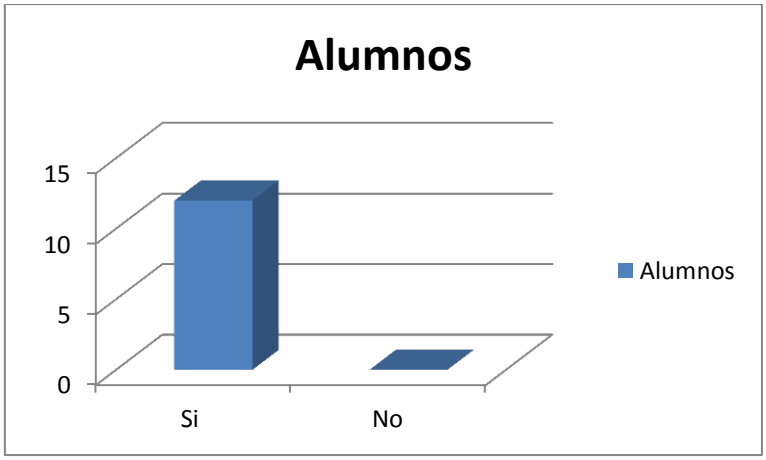

Figura 4-5 Análisis de la pregunta 5

Fuente: Los Autores

- En general, Está satisfecho con el módulo MINI2440?

Opciones	Alumnos
Satisfecho	3
Neutro	0
Insatisfecho	0

Tabla 16 Análisis de la pregunta 6

Fuente: Los Autores

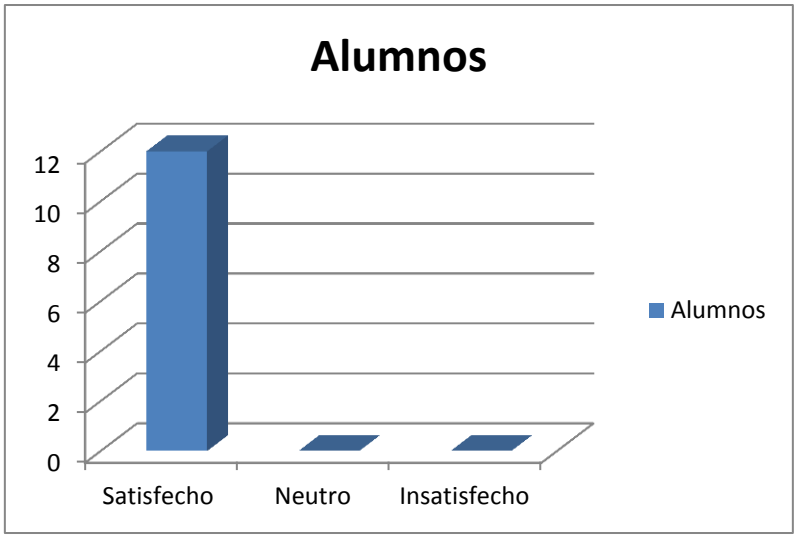

Figura 4-6 Análisis de la pregunta 6

Fuente: Los Autores

Análisis: tomando en cuenta los resultados obtenidos, los datos muestran que los estudiantes comprenden de mejor manera el funcionamiento del módulo de entrenamiento por medio de las prácticas realizadas, también el interés por desarrollar algún proyecto usando el módulo de entrenamiento.

El modelo de la encuesta realizada a los estudiantes se encuentran en la parte de Anexos y como constancia de la realización de las prácticas se presenta un video en el CD de anexo.

4.3.COSTOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.

En esta sección se realiza el análisis de costos del proyecto de investigación comenzando por: Materiales, desarrollo del software, diseño del hardware y la mano de obra, los cuales se detalla a continuación.

4.3.1. COSTOS DE MATERIALES.

En esta sección se desglosa los materiales requeridos para realizar este proyecto.

DESCRIPCIÓN	COSTO (US$)
Módulo Mini2440	400
Tarjeta de expansión	70
Base de tarjetas	75
Elementos electrónicos	50
total	**595**

Tabla 17 Costos de materiales

Fuente: Los Autores

4.3.2. COSTO DE DESARROLLO DEL SOFTWARE.

Los costos para el desarrollo del software del presente proyecto (BascomAVR y Linux) se ha tomado un tiempo de 3 horas diarias, durante un periodo de 6 días, teniendo un total de 18 horas de trabajo, costando US$ 20 por hora, obteniendo un costo de US$ 360 por el desarrollo del software.

4.3.3. COSTO DE DISEÑO DEL HARDWARE.

Los costos de diseño del hardware del presente proyecto el cual se compone de la circuitería electrónica y la estructura del módulo, incluyendo el diseño de la tarjeta de expansión en PROTEUS, se ha tomado un tiempo de 4 horas diarias, durante 2 días, costando US$ 20 por hora, obteniendo un costo de US$ 160.

4.3.4. MANO DE OBRA.

En esta parte se desglosa los costos de mano de obra para el presente proyecto.

DESCRIPCIÓN	COSTO (US$)
Construcción de la estructura	75
Construcción del hardware	70
total	**145**

Tabla 18 Costos de mano de obra

Fuente: Los Autores

4.3.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO.

Para el costo total del proyecto se recogen los costos totales de: Materiales, desarrollo del software, diseño del hardware y la mano de obra.

DESCRIPIÓN	COSTO (US$)
Materiales	595
Desarrollo del software	360
Diseño del hardware	160
Mano de obra	145
total	1260

Tabla 19 Costo total del proyecto

Fuente: Los Autores

4.4.FUENTE DE FINANCIAMIENTO.

La realización de este proyecto se costeó en su totalidad por los ejecutores del mismo, ya que no se encontró ninguna entidad o alternativa que pueda financiar este proyecto.

5. CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. INTRODUCCION.

El presente capitulo expone las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron en la realización de esta tesis.

5.2. CONCLUSIONES.

- Se cumplió el objetivo de recopilar y analizar información en relación al micro controlador ARM9 y el módulo MINI2440.
- Se cumplió el objetivo de fabricar una interfaz de desacoplo entre las etapas de control y potencia para el módulo MINI2440.
- Se cumplió el objetivo de desarrollar un conjunto de prácticas orientadas al manejo del módulo MINI2440.
- Se cumplió el objetivo de elaborar una guía de prácticas para estudiantes e instructores.
- El puerto CON 1 (COM 0) del módulo MINI2440 se lo utiliza únicamente para propósito específico, como puede ser: actualización del sistema operativo.
- Los puertos CON 2 y CON 3 de salida TTL del módulo MINI2440 se los puede utilizar para obtener una comunicación serial con otro dispositivo, mediante el conector RS232 MINI2440 implementado en la tarjeta de expansión.
- La compilación de programas por medio del software GCC-4.4.3 se debe realizar en una plataforma Linux para el módulo MINI2440.
- Al analizar el funcionamiento del módulo MINI2440 se notó ciertas limitaciones por lo que se dio la necesidad de elaborar una tarjeta externa para aplicaciones de potencia y comunicación.
- Ante la escasez del BUS GPIO y los cables de comunicación en el mercado nacional y el costo excesivo de importación, fue necesario realizar los cables por medio de elementos electrónicos existentes en el país.
- Es necesario asegurar la configuración de igual velocidad de transmisión tanto en el módulo MINI2440 como en la tarjeta de expansión o el computador al realizar una comunicación serial.

- El módulo MINI2440 ha evidenciado ser adecuado para aplicaciones como manejo de PWM, manejo de pantallas táctiles y comunicaciones gracias a su sistema operativo Qt.
- La información y las prácticas proporcionan las habilidades necesarias para el manejo del Módulo de entrenamiento.
- La evaluación de resultados muestran que hay interés de los estudiantes por desarrollar algún proyecto usando el módulo de entrenamiento.
- La guía de prácticas ayudan a comprender de mejor manera la función que desempeñan los micro controladores ARM.

5.3. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda identificar perfectamente las diferentes interfaces del módulo MINI2440.previa la manipulación del mismo
- Se recomiendan que los estudiantes tengan un conocimiento intermedio o avanzado en el sistema operativo Linux y lenguaje C, para la programación del módulo MINI2440.
- Se recomienda manipular cuidadosamente la etapa de potencia, especialmente evitar el contacto con el Triac o el Opto acoplador puesto que un mal manejo puede dañar el módulo de entrenamiento y/o al usuario.
- Se recomienda seguir paso a paso las configuraciones para la programación del módulo MINI2440 tal como se lo plantea en la practica 21.
- Se recomienda continuar con el uso de estos módulos y el micro ARM9 como otra alternativa para futuros proyectos de control industrial y telecomunicaciones.
- Se recomienda profundizar el estudio en el uso del compilador GCC y adquirir más información para desarrollar más aplicaciones.
- Se recomienda siempre en diseños digitales complejos, primero realizar una simulación, luego su armado y prueba en protoboard para finalizar luego de la optimización en la elaboración de la tarjeta final.

GLOSARIO.

SDRAM memoria dinámica de acceso aleatorio DRAM que tiene una interfaz síncrona.

DRAM memoria dinámica de acceso aleatorio que se usa principalmente en los módulos de memoria RAM como memoria principal del sistema.

JAVA Tecnología desarrollada por Sun Microsystems para aplicaciones software independiente de la plataforma.

ARM *Advanced RISC Machines*.

RISC *Reduced Instruction Set Computer*. Computadora con Conjunto de Instrucciones Reducidas

PDA *Personal Digital Assistant.* Asistente digital personal.

Wireless LAN Red de área local inalámbrica.

IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

Fireware Es un estándar multiplataforma para entrada/salida de datos en serie a gran velocidad. Suele utilizarse para la interconexión de dispositivos digitales como cámaras digitales y videocámaras a computadoras.

Bluetooth Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia.

SCSI *Small Computers System Interface.* Sistema de Interfaz para Pequeñas Computadoras.

ABS Sistema de Frenos Antibloqueo.

GPIO Entrada/Salida de propósito general.

LCD *Liquid Crystal Display*. Display de cristal líquido.

GCC *GNU Compiler Collection.* Colección de compiladores GNU

AVR Familia de micros controladores RISC de Atmel.

ISIS *Intelligent Schematic Input System.* Sistema de Enrutado de Esquemas Inteligente.

ARES *Advanced Routing and Editing Software*. Software de Edición y Ruteo Avanzado.

PCB *Printed Circuit Board*. Placa de circuito impreso.

PWM *Pulse width modulation*. Modulación por ancho de pulso.

ADC A*nalog-to-Digital Converter.* Conversor análogo / digital.

VGA *Video Graphics Adapter*. Sistema gráfico de pantallas.

MMU Unidad de gestión de memoria.

I2C Bus bidireccional de dos hilos por el que se trasmiten los datos vía serie.

I2S sonido integrado Interchip, se utiliza para la conexión de aparatos de audio digital.

RTOS *Real Time Operating System.* Sistema operativo de tiempo real.

MPU *Multiple Process Unit*. Micro controlador diseñado para realizar tareas múltiples dentro de un sistema de cómputo.

COMANDOS LINUX

cd	Cambia de directorio.
ls	Lista los archivos y directorios de una carpeta.
cp	Copia archivos.
su	Cambia de usuario.
export	Permite el uso de variables por programas en todos los caminos del usuario.
Insmod	inserta modulos en el kernel.
rmmod	elimina modulos del kernel.
sudo	Permite indicar que usuario ejecuta que comandos de root.
sudo passwd	Cambia la contraseña de root (super usuario).

BIBLIOGRAFÍA.

[1] VALENCIA, Ramiro, "*Aplicaciones electrónicas con micro controladores AVR"*, 2008, Ibarra-Ecuador, págs 12-17,38-44.

[2] BOVET Y CESATI, *"Understanding the Linux Kernel",* Editorial O'Reilly, 3ra Edición, 2005, California-EEUU, págs 19-22, 26, 518-523.

[3] SLOSS, SYMENS Y WRIGHT, *"ARM System Developer's Guide*", Editorial Elsevier, 2004, San Francisco-EEUU, págs 38-42, 259-263, 654-655 .

[4] Mini2440 Hardware Essentials. Industrial ARM Works, 2009, págs 1-20.

[5] ARM920T Technical Reference Manual. ARM Limited, 2001, págs 2-4.

[6] DANDAMUDI, Sivarama, *"Guide to RISC Processors for Programmers and Engineers"*, Editorial Springer, 2004, Ottawa-Canada, págs 3-10, 39-43, 121-145.

[7] GODSE, A, *"Microprocessors and Microcontrollers - I"*, Technical Publications , 5ta Edición, 2009, Pune-India, págs 18-1, 18-55.

[8] MORTON, Jhon, "AVR an Intoductory Course", Editorial Elsevier, 1ra Edición, 2002, Burlington-EEUU, págs 127-144.

NETGRAFÍA.

[9] Friendly Arm Mini2440, enlace: http://www.friendlyarm.net/, fecha de consulta: 3 de abril del 2011.

[10] Hiteg, *"User Manual for MINI2440"*, enlace: http://resources.mini-box.com/online/MBD-mini2440+7in-LCD/MBD-mini2440+7in-LCD-manual.pdf, fecha de consulta el 3 de abril del 2011.

[11] MicroARM, *"Mini2440 User Manual"*, enlace: http://www.elec.tkjweb.dk/mini2440/MINI2440_USER_MANUAL.pdf, fecha de consulta: 10 de abril del 2011.

[12] ARM, *"The Architecture for the Digital World"*, enlace: http://www.arm.com/products/processors/classic/arm9/, fecha de consulta: 5 de mayo del 2011.

[13] SIGMA, *"Tutoriel Mini2440"*, enlace: http://ultimatewebfree.kinssha.org/index.php/tutorielmini2440, fecha de consulta: 8 de agosto del 2011.

[14] ARM, *"The Architecture for the Digital World"*, enlace: http://www.arm.com/products/processors/cortex-a/cortex-a9.php, fecha de consulta: 21 de noviembre del 2011.

[15] LIU, Shousheng, *"The design of atmospheric environment monitoring system based on ARM9 platform and GPRS technology"*, enlace: http://www.ipcsit.com/vol13/7-ICFIT2011-F015.pdf, fecha de consulta: 22 de noviembre del 2011.

[16] LEGRAND Y MACHULIS, *"The XBC: a Modern Low-Cost Mobile Robot Controller",* enlace: http://dpm.kipr.org/papers/xbc-iros05.pdf, fecha de consulta: 22 de noviembre del 2011.

[17] WANG, Chengyi, *"The Preliminary Design of IPv6 Home Gateway and Terminal"*, enlace: http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/jemaa.2009.11010, fecha de consulta: 22 de noviembre del 2011.

[18] ANTOHE, Cezar, *"Practical Approach of Implementing Media Independent Information Service from IEEE 802.21 Standard",* enlace:

ftp://lenst.det.unifi.it/pub/LenLar/proceedings/2009/wv09/WVITAE09/PDF/AUTHOR/WV099625.PDF, fecha de consulta: 22 de noviembre del 2011.

[19] BIN, Muhammad, "*Electronic Nose for Gas Detection*", enlace: http://psm.fke.utm.my/libraryfke/files/1354_MUHAMMADAIZADBINSELAMAT2011.pdf, 2011, fecha de consulta: 3 de diciembre del 2011.

[20] NORSHAZWANA, Mat, *"Development a Portable Heart Beat Monitor Unit Using Friendly Arm Mini2440"*, enlace: http://psm.fke.utm.my/libraryfke/files/1563_NORSHAZWANABINTIMATTAIB2011.pdf, fecha de consulta: 3 de diciembre del 2011.

[21] CHAKRAVORTY, Tanushri, *"Low Cost Subcutaneous Vein Detection System Using ARM9 Single Board Computer"*, enlace: http://59.163.223.71/report2.pdf, fecha de consulta: 3 de diciembre del 2011.

ANEXOS